



# Design Guide

## VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 301/302

0,25-75 kW





## Indholdsfortegnelse

<b>1 Introduktion</b>	<b>8</b>
1.1 Formålet med Design Guiden	8
1.2 Yderligere ressourcer	8
1.3 Forkortelser, symboler og konventioner	8
1.4 Ordforklaring	9
1.5 Dokument- og softwareversion	10
1.6 Regulatorisk overensstemmelse	10
1.6.1 CE-mærket	10
1.6.1.1 Lavspændingsdirektivet	10
1.6.1.2 EMC-direktivet	11
1.6.1.3 Maskindirektivet	11
1.6.2 UL-overensstemmelse	11
1.6.3 C-tick overensstemmelse	11
1.6.4 Marine overensstemmelse	11
1.7 Bortskaffelsesinstruktion	11
1.8 Sikkerhed	11
<b>2 Sikkerhed</b>	<b>12</b>
2.1 Sikkerhedssymboler	12
2.2 Uddannet personale	12
2.3 Sikkerhedsforanstaltninger	12
<b>3 Grundlæggende driftsprincipper</b>	<b>14</b>
3.1 Generelt	14
3.2 Beskrivelse af drift	14
3.3 Driftssekvens	14
3.3.1 Ensretterdelen	14
3.3.2 Mellemdelen	14
3.3.3 Veksleretterdel	14
3.3.4 Bremseoption	14
3.3.5 Belastningsfordeling	15
3.4 Styringsgrænseflade	15
3.5 Ledningsdiagram	16
3.6 Styreenheder	18
3.6.1 Styreprincip	18
3.6.2 FC 301 vs. FC 302 Styreprincip	19
3.6.3 Styringsstruktur for VVC <sup>plus</sup>	20
3.6.4 Styringsstruktur i Flux Sensorless (kun FC 302)	21
3.6.5 Styringsstruktur for Flux med motorfeedback (kun FC 302)	22

3.6.6 PID	23
3.6.6.1 PID-hastighedsstyring	23
3.6.6.2 Optimering af PID-hastighedsstyring	25
3.6.6.3 PID-processtyring	26
3.6.6.4 Avanceret PID-styring	28
3.6.7 Intern strømstyring i VVC <sup>plus</sup> -tilstand	28
3.6.8 Lokal styring (Hand On) og fjernstyring (Auto On)	28
<b>3.7 Referencehåndtering</b>	<b>29</b>
3.7.1 Referencer	29
3.7.2 Referencegrænser	31
3.7.3 Skalering af preset-referencer og busreferencer	32
3.7.4 Skalering af analoge referencer samt pulsreferencer og feedback	32
3.7.5 Dødbånd omkring nul	33
<b>4 Produktfunktioner</b>	<b>37</b>
4.1 Automatiserede driftsfunktioner	37
4.1.1 Kortslutningsbeskyttelse	37
4.1.2 Overspændingsbeskyttelse	37
4.1.3 Detektering af manglende motorfase	38
4.1.4 Detektering af ubalance i netfasen	38
4.1.5 Kobling på udgangen	38
4.1.6 Overbelastningsbeskyttelse	38
4.1.7 Låst rotorbeskyttelse	38
4.1.8 Automatisk derating	38
4.1.9 Automatisk energioptimering	39
4.1.10 Automatisk switchfrekvensmodulering	39
4.1.11 Automatisk derating for høj bærefrekvens	39
4.1.12 Effektuudsving i ydeevne	39
4.1.13 Resonansdæmpning	39
4.1.14 Temperaturkontrollerede ventilatorer	39
4.1.15 EMC-overensstemmelse	39
4.1.16 Galvanisk adskillelse af styreklemmer	39
4.2 Tilpassede applikationsfunktioner	40
4.2.1 Automatisk motortilpasning	40
4.2.2 Termisk motorbeskyttelse	40
4.2.3 Netudfald	40
4.2.4 Indbygget PID-styreenhed	41
4.2.5 Automatisk genstart	41
4.2.6 Flying start	41
4.2.7 Fuldt moment ved reduceret hastighed	41
4.2.8 Frekvens-bypass	41

4.2.9 Motorforvarmer	41
4.2.10 Fire programmerbare opsætninger	41
4.2.11 Dynamisk bremsning	42
4.2.12 Mekanisk bremsestyring, åben sløjfe	42
4.2.13 Mekanisk bremsestyring, lukket sløjfe / mekanisk hæve-/sænkebremse	43
4.2.14 Smart Logic Control (SLC)	44
4.2.15 Safe Torque Off	45
4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®	45
<b>5 Systemintegration</b>	<b>46</b>
5.1 Omgivende driftsforhold	46
5.1.1 Luftfugtighed	46
5.1.2 Temperatur	46
5.1.3 Temperatur og køling	46
5.1.4 Manuel derating	47
5.1.4.1 Derating for kørsel ved lav hastighed	47
5.1.4.2 Derating for lavt lufttryk	47
5.1.5 Akustisk støj	48
5.1.6 Vibrationer og rystelser	48
5.1.7 Aggressive atmosfærer	48
5.1.7.1 Gasser	48
5.1.7.2 Støveksponering	49
5.1.7.3 Potentielt eksplosive atmosfærer	49
5.1.8 Vedligeholdelse	49
5.1.9 Opbevaring	50
5.2 Generelle forhold vedrørende EMC	50
5.2.1 EMC-testresultater	51
5.2.2 Emissionskrav	52
5.2.3 Immunitetskrav	52
5.2.4 Motorisolering	53
5.2.5 Motorlejestrøm	54
5.3 Netforsyningsforstyrrelse/harmoniske strømme	54
5.3.1 Påvirkninger fra harmoniske strømme i et strøm-distributionssystem	55
5.3.2 Standarder og krav vedrørende begrænsning af harmoniske strømme	55
5.3.3 Dæmpning af harmoniske strømme	56
5.3.4 Beregning af harmoniske strømme	56
5.4 Galvanisk adskillelse (PELV)	56
5.4.1 PELV – beskyttende ekstra lav spænding	56
5.5 Bremsfunktioner	57
5.5.1 Valg af bremsemodstand	57

<b>6 Produktspecifikationer</b>	60
6.1 Elektriske data	60
6.1.1 Netforsyning 200-240 V	60
6.1.2 Netforsyning 380-500 V	62
6.1.3 Netforsyning 525-600 V (kun FC 302)	65
6.1.4 Netforsyning 525-690 V (kun FC 302)	68
6.2 Generelle specifikationer	70
6.2.1 Netforsyning	70
6.2.2 Motorudgang og motordata	70
6.2.3 Omgivelsesforhold	71
6.2.4 Kabelspecifikationer	71
6.2.5 Styringsind-/udgange og styringsdata	71
6.2.6 Derating for omgivelsestemperatur	75
6.2.6.1 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingstype A	75
6.2.6.2 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingstype B	75
6.2.6.3 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingstype C	78
6.2.7 Målte værdier for dU/dt-test	80
6.2.8 Virkningsgrad	83
6.2.9 Akustisk støj	83
<b>7 Bestilling</b>	84
7.1 Drevkonfigurator	84
7.1.1 Typekode	84
7.1.2 Sprog	86
7.2 Bestillingsnumre	87
7.2.1 Optioner og tilbehør	87
7.2.2 Reservedele	89
7.2.3 Tilbehørsposer	89
7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301	90
7.2.5 Bremsemodstande for FC 302	92
7.2.6 Andre flat-pack bremsemodstande	96
7.2.7 Harmoniske filtre	98
7.2.8 Sinusfiltre	100
7.2.9 dU/dt-filtre	102
<b>8 Mekanisk montering</b>	104
8.1 Sikkerhed	104
8.2 Mekaniske mål	105
8.2.1 Mekanisk montering	107
8.2.1.1 Mindstefstand	107

8.2.1.2 Vægmontering	107
<b>9 Elektrisk installation</b>	<b>109</b>
9.1 Sikkerhed	109
9.2 Kabler	109
9.2.1 Tilspændingsmoment	110
9.2.2 Indgangshuller	110
9.2.3 Tilspænding af afdækningen, efter forbindelser er etableret	114
9.3 Nettilslutning	115
9.3.1 Sikringer og afbrydere	119
9.3.1.1 Sikringer	119
9.3.1.2 Anbefalinger	119
9.3.1.3 Overholdelse af CE	120
9.3.1.4 UL-overensstemmelse	123
9.4 Motortilslutning	128
9.5 Lækstrøm til jord-beskyttelse	130
9.6 Yderligere tilslutninger	131
9.6.1 Relæ	131
9.6.2 Afbrydere og kontaktorer	133
9.6.3 Belastningsfordeling	133
9.6.4 Bremsemodstand	133
9.6.5 Pc-software	134
9.6.5.1 MCT 10	134
9.6.5.2 MCT 31	134
9.6.5.3 Harmonics Calculation Software (HCS)	134
9.7 Yderligere motoroplysninger	135
9.7.1 Motorkabel	135
9.7.2 Tilslutning af flere motorer	135
9.8 Sikkerhed	138
9.8.1 Højspændingstest	138
9.8.2 EMC-jording	138
9.8.3 ADN-korrekt installation	138
<b>10 Applikationseksempler</b>	<b>139</b>
10.1 Almindelige applikationer	139
10.1.1 Frekvensomformersystem med lukket sløjfe	144
10.1.2 Programmering af momentgrænse og stop	144
10.1.3 Programmering af hastighedsstyring	145
<b>11 Optioner og tilbehør</b>	<b>146</b>
11.1 Kommunikationsoptioner	146

11.2 I/O, Feedback og sikkerhedsoptioner	146
11.2.1 VLT <sup>®</sup> Universal I/O modul MCB 101	146
11.2.2 VLT <sup>®</sup> Encoderoption MCB 102	147
11.2.3 VLT <sup>®</sup> Resolveroption MCB 103	149
11.2.4 VLT <sup>®</sup> Relækort MCB 105	151
11.2.5 VLT <sup>®</sup> Safe PLC Interface-option MCB 108	153
11.2.6 VLT <sup>®</sup> PTC-termistorkort MCB 112	154
11.2.7 VLT <sup>®</sup> Udvidet relækort MCB 113	156
11.2.8 VLT <sup>®</sup> Sensor Input-option MCB 114	157
11.2.9 VLT <sup>®</sup> Safe-option MCB 15x	158
11.2.10 VLT <sup>®</sup> C-option Adapter MCF 106	162
11.3 Bevægelsesstyringsoptioner	162
11.4 Tilbehør	164
11.4.1 Bremsemodstande	164
11.4.2 Sinusfiltre	164
11.4.3 dU/dt-filtre	164
11.4.4 Common Mode-filtre	164
11.4.5 Harmoniske filtre	164
11.4.6 IP21/Type 1-kapslingssæt	165
11.4.7 Frembygningssæt til LCP	167
11.4.8 Monteringskonsol for kapslingstyper A5, B1, B2, C1 og C2	168
<b>12 Installation og opsætning af RS-485</b>	<b>170</b>
12.1 Installation og opsætning	170
12.1.1 Oversigt	170
12.2 Netværkstilslutning	171
12.3 Busterminering	171
12.4 Installation og opsætning af RS-485	171
12.5 FC-protokoloversigt	171
12.6 Netværkskonfiguration	172
12.7 FC-protokol rammestruktur for meddelelse	172
12.7.1 Indhold af et tegn (byte)	172
12.7.2 Telegramstruktur	172
12.7.3 Telegramlængde (LGE)	172
12.7.4 Frekvensomformeradresse (ADR)	172
12.7.5 Datakontrolbyte (BCC)	172
12.7.6 Datafeltet	173
12.7.7 PKE-feltet	174
12.7.8 Parameternummer (PNU)	174
12.7.9 Indeks (IND)	174



12.7.10 Parameterværdi (PWE)	174
12.7.11 Understøttede datatyper	175
12.7.12 Konvertering	175
12.7.13 Procesord (PCD)	175
12.8 Eksempler	176
12.8.1 Skrivning af en parameterværdi	176
12.8.2 Læsning af en parameterværdi	176
12.9 Oversigt over Modbus RTU	176
12.9.1 Forudsætninger	176
12.9.2 Dette bør brugeren vide på forhånd	176
12.9.3 Oversigt over Modbus RTU	176
12.9.4 Frekvensomformer med Modbus RTU	177
12.10 Netværkskonfiguration	177
12.11 Rammestruktur for Modbus RTU-meddelelse	177
12.11.1 Frekvensomformer med Modbus RTU	177
12.11.2 Modbus RTU-meddelelsesstruktur	178
12.11.3 Start/stop-felt	178
12.11.4 Adressefelt	178
12.11.5 Funktionsfelt	178
12.11.6 Datafelt	178
12.11.7 CRC-kontrolfelt	179
12.11.8 Spoleregisteradressering	179
12.11.9 Sådan styres frekvensomformereren	180
12.11.10 Funktionskoder, som understøttes af Modbus RTU	180
12.11.11 Modbus-undtagelseskoder	180
12.12 Adgang til parametre	181
12.12.1 Parameterhåndtering	181
12.12.2 Datalagring	181
12.12.3 IND (indeks)	181
12.12.4 Tekstblokke	181
12.12.5 Konverteringsfaktor	181
12.12.6 Parameterværdier	181
12.13 Danfoss FC-styreprofil	182
12.13.1 Styreord i henhold til FC-profil (8-10 Styreprofil = FC profil)	182
12.13.2 Statusord i henhold til FC-profil (STW) (8-10 Styreprofil = FC-profil)	183
12.13.3 Bushastighedsreferenceværdi	184
12.13.4 Styreord i henhold til PROFIdrive-profil (CTW)	185
12.13.5 Statusord i henhold til PROFIdrive-profil (STW)	186
<b>Indeks</b>	<b>188</b>

# 1 Introduktion

## 1.1 Formålet med Design Guiden

Design Guiden indeholder oplysninger, der er nødvendige til integrering af frekvensomformerer i forskellige applikationer.

VLT® er et registreret varemærke.

## 1.2 Yderligere ressourcer

Der findes flere ressourcer, der kan give en forståelse af frekvensomformerens avancerede drift, programmering og overensstemmelse med direktiver.

- Denne betjeningsvejledning indeholder detaljerede oplysninger om installation og opstart af frekvensomformerer.
- *Programming Guide* indeholder detaljerede oplysninger om, hvordan der arbejdes med parametre, samt mange applikationseksempler.
- *VLT® Safe Torque Off -betjeningsvejledningen* beskriver, hvordan man bruger Danfoss frekvensomformere i funktional sikkerhed-applikationer.
- Yderligere publikationer og manualer kan fås fra Danfoss. Se [danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm](http://danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm) for at få en liste.
- Det er muligt at købe ekstraudstyr, hvilket kan resultere i ændrede procedurer i forhold til det, der er beskrevet i disse publikationer. Sørg for at se instruktionerne, der medfølger optionerne, for specifikke krav.

Kontakt en Danfoss-leverandør eller gå til [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) for yderligere oplysninger.

## 1.3 Forkortelser, symboler og konventioner

### Konventioner

Nummererede lister angiver procedurer.

Lister med punkttegn angiver andre oplysninger og beskrivelser af illustrationer.

Tekst i kursiv angiver

- krydsreferencer
- links
- fodnote
- parameternavn, parametergruppenavn, parameteroption

60° AVM	60° Asynkron vektormodulering
A	Ampere/AMP
AC	Vekselstrøm
AD	Luftafladning
AI	Analog indgang
AMA (Automatic Motor Adaptation)	Automatisk motortilpasning
AWG	American Wire Gauge
°C	Grader celsius
CD	Konstant afladning
CM	Common mode
CT	Konstant moment
DC	Jævnstrøm
DI	Digital indgang
DM	Differential mode
D-TYPE	Frekvensomformerafhængigt
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet
ETR	Elektronisk termorelæ
f <sub>JOG</sub>	Motorfrekvensen, når jog-funktionen er aktiveret
f <sub>M</sub>	Motorfrekvens
f <sub>MAX</sub>	Den maksimale udgangsfrekvens, som frekvensomformerer kan påføre på udgangen
f <sub>MIN</sub>	Den minimale motorfrekvens fra frekvensomformerer
f <sub>M,N</sub>	Nominel motorfrekvens
FC	Frekvensomformer
g	Gram
Hiperface®	Hiperface® er et registreret varemærke tilhørende Stegmann
hk	Hestekræfter
HTL	HTL encoder (10-30 V) pulser - højspænding Transistor Logic
Hz	Hertz
I <sub>INV</sub>	Nominel udgangsstrøm for vekselretter
I <sub>LIM</sub>	Strømgrænse
I <sub>M,N</sub>	Nominel motorstrøm
I <sub>VLT,MAKS</sub>	Maksimal udgangsstrøm
I <sub>VLT,N</sub>	Nominel udgangsstrøm leveret af frekvensomformerer
kHz	Kilohertz
LCP	LCP-betjeningspanel
lsb	Mindst betydende bit
m	Meter
mA	Milliampere
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Millihenry-induktans
min.	Minut

ms	Millisekund
msb	Mest betydende bit
$\eta_{VLT}$	Frekvensomformerens virkningsgrad defineres som forholdet mellem den afgivne og den modtagne effekt
nF	Nanofarad
NLCP	Numerisk LCP-betjeningspanel
Nm	Newtonmeter
$n_s$	Synkron motorhastighed
Online-/offline-parametre	Ændringer af onlineparametre aktiveres, umiddelbart efter at dataværdien er ændret
$P_{br, \text{forts.}}$	Bremsemodstandens nominelle effekt (gennemsnitlig effekt ved kontinuerlig bremsning)
PCB	Printplade
PCD	Procesdata
PELV	Beskyttende ekstra lav spænding
$P_m$	Frekvensomformerens nominelle udgangsstrøm angivet som HO (high overload)
$P_{M,N}$	Nominel motoreffekt
PM-motor	Permanent magnetmotor
Proces PID	PID-regulatoren opretholder den ønskede hastighed, tryk og temperatur, etc.
$R_{br, \text{nom}}$	Den nominelle modstandsværdi, som sikrer bremseeffekt på motorakslen på 150/160 % i 1 minut
RCD	Fejlstrømsafbryder
Regen	Regenerative klemmer
$R_{\text{min}}$	Minimum tilladelig bremsemodstandsværdi pr. frekvensomformer
RMS	Effektiv værdi (RMS - Root Mean Square)
O/MIN	Omdrejninger pr. minut
$R_{\text{rec}}$	Bremsemodstandens modstandsværdi og modstand
sek	Sekund
SFAVM	Stator Flux-orienteret asynkron vektormodulering
STW	Statusord
SMPS	Switch mode-strømforsyning
THD	Total harmonisk forvrængning
$T_{LIM}$	Momentgrænse
TTL	TTL encoder (5 V) pulser - Transistor Transistor Logic
$U_{M,N}$	Nominel motorspænding
V	Volt
VT	Variabelt moment
VVC <sup>plus</sup>	Voltage Vector Control

Tabel 1.1 Forkortelser

Følgende symboler anvendes i dette dokument:

### **▲ADVARSEL**

Angiver en potentielt farlig situation, som kan medføre dødsfald eller alvorlig personskade.

### **▲FORSIGTIG**

Angiver en potentielt farlig situation, som kan medføre mindre eller moderat personskade. Kan også bruges til at advare mod usikre fremgangsmåder.

### **BEMÆRK!**

Angiver vigtige oplysninger, herunder situationer, som kan resultere i skade på udstyr eller ejendom.

## 1.4 Ordforklaring

### Friløb

Motorakslen er i friløb. Intet moment på motoren.

### Bremsemodstand

Bremsemodstanden er et modul, som kan absorbere den bremseeffekt, der genereres ved regenerativ bremsning. Denne regenerative bremseeffekt øger mellemkredsspændingen, og en bremsehopper sørger for at afsætte effekten i bremsemodstanden.

### CT-karakteristik

Konstant momentkarakteristik anvendes til alle applikationer, f.eks. transportbånd, fortrængningspumper og kraner.

### Initialisering

Ved initialisering (14-22 *Driftstilstand*) vender frekvensomformereren tilbage til fabriksindstillingen.

### Periodisk driftscyklus

Periodisk drift betyder en sekvens af driftscyklusser. Hver cyklus består af en periode med og en periode uden belastning. Driften kan være enten periodisk drift eller ikke-periodisk drift.

### Opsætning

Parameterindstillinger kan gemmes i 4 opsætninger. Det er muligt at skifte mellem de 4 parameteropsætninger og redigere i en opsætning, mens en anden er aktiv.

### Slipkompensering

Frekvensomformereren kompenserer for motorslippet ved at give frekvensen et tilskud, der følger den målte motorbelastning, således at motorhastigheden holdes næsten konstant.

### Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) er en række brugerdefinerede handlinger, som afvikles, når de tilknyttede brugerdefinerede hændelser evalueres som sande af Smart Logic Controller. (Parametergruppe 13-\*\* *Smart Logic*).

**FC Standard Bus**

Omfatter RS-485-bus med FC-protokol eller MC-protokol. Se 8-30 Protokol.

**Termistor**

Temperaturnafhængig modstand, der placeres, hvor temperaturen ønskes overvåget (frekvensomformer eller motor).

**Trip**

Tilstand, der skiftes til i fejlsituationer, f.eks. hvis frekvensomformeren udsættes for en overtemperatur, eller når frekvensomformeren beskytter motoren, processen eller mekanismen. Genstart forhindres, indtil årsagen til fejlen er forsvundet, og trip-tilstanden annulleres ved at aktivere nulstilling. I nogle tilfælde kan nulstillingen udføres automatisk via programmering. Trip må ikke benyttes i forbindelse med personsikkerhed.

**Triplåst**

En tilstand, der skiftes til i fejlsituationer, hvor en frekvensomformer beskytter sig selv og kræver fysisk indgriben, f.eks. hvis frekvensomformeren udsættes for kortslutning på udgangen. En triplås kan kun annulleres ved at afbryde netforsyningen, fjerne årsagen til fejlen og tilslutte frekvensomformeren igen. Genstart forhindres, indtil trip-tilstanden annulleres ved at aktivere nulstilling. I nogle tilfælde kan nulstillingen udføres automatisk via programmering. Trip må ikke benyttes i forbindelse med personsikkerhed.

**VT-karakteristik**

Variabel momentkarakteristik, som anvendes til pumper og ventilatorer.

**Effektfaktor**

Den reelle effektfaktor (lambda) tager alle harmoniske strømme i betragtning og er altid lavere end effekt faktoren (cosphi), som kun tager den første harmoniske strøm på spænding og strøm i betragtning.

$$\cos \varphi = \frac{P [\text{kW}]}{P [\text{kVA}]} = \frac{U \lambda \times I \lambda \times \cos \varphi}{U \lambda \times I \lambda}$$

Cosphi er også kendt som effektforskydningsfaktor.

Både lambda og cos phi er angivet for Danfoss VLT® frekvensomformere i *kapitel 6.2.1 Netforsyning*.

Effekt faktoren angiver, i hvilken grad frekvensomformeren belaster netforsyningen.

En lavere effekt faktor betyder højere  $I_{RMS}$  for den samme kW-ydelse.

Derudover indikerer en høj effekt faktor, at de forskellige harmoniske strømme er lave.

Frekvensomformere fra Danfoss er forsynet med indbyggede DC-spoler i DC-linket for at opnå en høj effekt faktor og for at reducere THD på hovedforsyningen.

**1.5 Dokument- og softwareversion**

Denne manual bliver regelmæssigt gennemgået og opdateret. Alle forslag til forbedringer er velkomne. *Tabel 1.2* viser dokumentversionen og den tilsvarende softwareversion.

Udgave	Bemærkninger	Softwareversion
MG33BFxx	Erstatter MG33BExx	6.72

Tabel 1.2 Dokument- og softwareversion

**1.6 Regulatorisk overensstemmelse**

Frekvensomformere er konstrueret i overensstemmelse med de direktiver, der er beskrevet i dette afsnit.

**1.6.1 CE-mærket**

CE-mærket (Communauté européenne) indikerer, at producenten af produktet overholder alle gældende EU-direktiver. De tre EU-direktiver, som skal overholdes i forbindelse med konstruktionen og fremstillingen af frekvensomformere, er lavspændingsdirektivet, EMC-direktivet og (for apparater med integreret sikkerhedsfunktion) maskindirektivet.

CE-mærket har til formål at eliminere de tekniske barrierer for fri handel mellem EF- og EFTA-lande inden for EMS (det Europæiske Monetære System). CE-mærket regulerer ikke produktets kvalitet. De tekniske specifikationer kan ikke udledes af CE-mærket.

**1.6.1.1 Lavspændingsdirektivet**

Frekvensomformere er klassificeret som elektroniske komponenter og skal CE-mærkes i henhold til den lavspændingsdirektivet. Direktivet finder anvendelse for alt elektrisk udstyr, der anvendes i spændingsområderne 50-1.000 V AC og 75-1.600 V DC.

Ifølge direktivet skal udstyrets design sikre, at sikkerhed og helbred for mennesker og husdyr ikke bringes i fare, samt at materielle værdier ikke beskadiges, så længe udstyret er korrekt installeret og vedligeholdes og anvendes efter hensigten. Danfoss Produkter mærket med CE-mærkat overholder lavspændingsdirektivet, og en overensstemmelseserklæring kan tilvejebringes på forlangende.

### 1.6.1.2 EMC-direktivet

Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) betyder, at elektromagnetisk forstyrrelse mellem apparater ikke hæmmer deres ydeevne. Det grundlæggende beskyttelseskrav beskrevet i EMC-direktivet 2004/108/EC angiver, at apparater, som genererer elektromagnetisk forstyrrelse (EMI), eller hvis drift kan påvirkes af EMI, skal være beregnet til at begrænse frembringelsen af elektromagnetisk forstyrrelse og skal have en passende grad af immunitet til EMI, når disse er korrekt installeret og vedligeholdes og anvendes som beregnet.

En frekvensomformer kan bruges enkeltstående eller som en del af en mere kompleks installation. Apparater, der anvendes i enkeltstående løsninger, eller som en del af et system, skal være udstyret med CE-mærket. Systemer skal ikke CE-mærkes, men de skal overholde de grundlæggende beskyttelseskrav beskrevet i EMC-direktivet.

### 1.6.1.3 Maskindirektivet

Frekvensomformere er klassificeret som elektroniske komponenter, der hører ind under lavspændingsdirektivet, dog skal frekvensomformere med integreret sikkerhedsfunktion overholde maskindirektivet 2006/42/EC. Frekvensomformere uden sikkerhedsfunktion hører ikke ind under maskindirektivet. Hvis en frekvensomformer er integreret i et system med maskiner, stiller Danfoss oplysninger om sikkerhedsaspekter angående frekvensomformeren til rådighed.

Maskindirektivet 2006/42/EC omhandler en maskine, der består af en samling af forbundne komponenter eller apparater, hvoraf mindst én kan udføre mekanisk bevægelse. Ifølge direktivet skal udstyrets design sikre, at sikkerhed og helbred for mennesker og husdyr ikke bringes i fare, samt at materielle værdier ikke beskadiges, så længe udstyret er korrekt installeret og vedligeholdes og anvendes efter hensigten.

Når frekvensomformere anvendes i maskiner med mindst én bevægelig del, skal maskinproducenten kunne fremvise en erklæring, der angiver, at alle relevante love og sikkerhedsforanstaltninger overholdes. Danfoss Produkter mærket med CE-mærkater overholder maskindirektivet for frekvensomformere med integreret sikkerhedsfunktion, og en overensstemmelseserklæring kan tilvejebringes på forlangende.

### 1.6.2 UL-overensstemmelse

Registreret af UL



Illustration 1.1 UL

#### **BEMÆRK!**

Frekvensomformere af kapslingstype T7 (525-690 V) er ikke UL-certificerede.

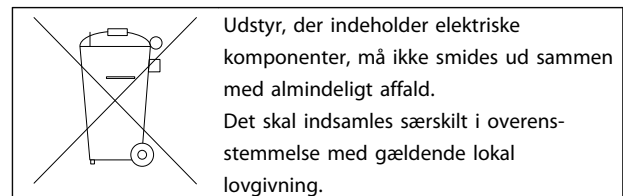
Frekvensomformeren overholder fastholdelseskravene for termisk hukommelse i UL508C. Se afsnittet *Termisk motorbeskyttelse* i Design Guide for flere oplysninger.

### 1.6.3 C-tick overensstemmelse

### 1.6.4 Marine overensstemmelse

For overensstemmelse med europæisk konvention om international transport af farligt gods ad indre vandveje (ADN), se *kapitel 9.8.3 ADN-korrekt installation*.

### 1.7 Bortskaffelsesinstruktion



Tabel 1.3 Bortskaffelsesinstruktion

### 1.8 Sikkerhed

Frekvensomformere indeholder komponenter med høj spænding og kan potentielt forårsage dødsfald, hvis de håndteres ukorrekt. Det er kun tilladt for uddannet teknisk personale at montere og betjene dette udstyr. Reparationsarbejde bør ikke påbegyndes, før strømmen til frekvensomformeren er fjernet, og det angivne tidsrum for afladning af ophobet elektrisk energi er gået.

Se betjeningsvejledningen, som medsendes apparatet, og som er tilgængelig online for flg:

- afladningstid, og
- detaljerede sikkerhedsinstruktioner og advarsler.

Nøje overholdelse af sikkerhedsforanstaltninger og anmærkninger er obligatorisk for sikker drift af frekvensomformeren.

## 2 Sikkerhed

### 2.1 Sikkerhedssymboler

Følgende symboler anvendes i dette dokument:

#### **ADVARSEL**

Angiver en potentielt farlig situation, som kan medføre dødsfald eller alvorlig personskade.

#### **FORSIGTIG**

Angiver en potentielt farlig situation, som kan medføre mindre eller moderat personskade. Kan også bruges til at advare mod usikre fremgangsmåder.

#### **BEMÆRK!**

Angiver vigtige oplysninger, herunder situationer, som kan resultere i skade på udstyr eller ejendom.

### 2.2 Uddannet personale

Korrekt og pålidelig transport, lagring, montering, drift og vedligeholdelse er påkrævet for problemfri og sikker drift af frekvensomformerer. Det er kun tilladt for kvalificeret personale at montere eller betjene dette udstyr.

Kvalificeret personale defineres som uddannet personale, som er autoriseret til at montere, idriftsætte og vedligeholde udstyr, systemer og kredsløb i overensstemmelse med relevante love og bestemmelser. Derudover skal personalet være bekendte med de instruktioner og sikkerhedsforanstaltninger, der er beskrevet i dette dokument.

### 2.3 Sikkerhedsforanstaltninger

#### **ADVARSEL**

##### HØJSPÆNDING

Frekvensomformere indeholder højspænding, når de er tilsluttet netspændingen. Hvis montering, start og vedligeholdelse udføres af personale, der ikke er uddannet til det, kan det resultere i død eller alvorlig personskade.

- Montering, opstart og vedligeholdelse må kun udføres af uddannet personale.

#### **ADVARSEL**

##### UTILSIGTET START

Når frekvensomformerer er tilsluttet netspændingen, er der altid en risiko for, at motoren kan starte, hvilket kan resultere i død, alvorlig personskade eller beskadigelse af udstyr eller ejendom. Motoren kan starte ved hjælp af en ekstern kontakt, en seriel buskommando, et indgangsreferencesignal fra LCP'et eller efter en slettet fejltilstand.

1. Frekvensomformerer skal frakobles netforsyningen, når det af sikkerhedsmæssige årsager er nødvendigt at undgå utilsigtet motorstart.
2. Tryk på [Off] på LCP'et, før parametrene programmeres.
3. Frekvensomformerer, motoren og det drevne udstyr skal være driftsklar, når frekvensomformerer er tilsluttet netspændingen.

#### **ADVARSEL**

##### AFLADNINGSTID

Frekvensomformerer indeholder DC-link-kondensatorer, der kan forblive opladede, selv når frekvensomformerer ikke er forsynet med strøm. Det kan resultere i død eller alvorlig personskade, hvis der ikke ventes det angivne tidsrum, efter at strømmen er slået fra, før der udføres service- eller reparationsarbejde.

1. Stop motor.
2. Frakobl netspændingen, permanente magnetmotorer samt eksterne DC-link-strømforsyninger, herunder reservebatterier, UPS og DC-link-tilslutninger til andre frekvensomformere.
3. Vent, indtil kondensatorerne er helt afladede, før der foretages service- eller reparationsarbejde. Ventetiden er angivet i *Table 2.1*.

Spænding [V]	Min. ventetid (minutter)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW		5,5-37 kW
380-500	0,25-7,5 kW		11-75 kW
525-600	0,75-7,5 kW		11-75 kW
525-690		1,5-7,5 kW	11-75 kW

Der kan være højspænding til stede, selv når LED-advarselslamperne er slukkede.

Table 2.1 Afladningstid

**⚠ ADVARSEL****FARLIG LÆKSTRØM**

Lækstrømmene overstiger 3,5 mA. Hvis frekvensomformereren ikke jordes korrekt, kan det resultere i død eller alvorlig personskade.

- Sørg for, at udstyret jordes korrekt af en autoriseret elektriker.

**⚠ ADVARSEL****FARER VED UDSTYRET**

Kontakt med roterende aksler og elektrisk udstyr kan resultere i død eller alvorlig personskade.

- Montering, start og vedligeholdelse må kun udføres af uddannet og kvalificeret personale.
- Elektrisk arbejde skal overholde nationale og lokale sikkerhedsforskrifter.
- Følg procedurerne i denne manual.

**⚠ FORSIGTIG****VINDMØLLEEFFEKT**

Utilsigtet rotation i permanente magnetmotorer medfører risiko for personskade og skade på udstyret.

- Kontrollér, at permanente magnetmotorer er blokerede for at forhindre utilsigtet rotation.

**⚠ FORSIGTIG****POTENTIEL FARE I TILFÆLDE AF INTERN FEJL**

Der er risiko for personskade, når frekvensomformereren ikke er lukket korrekt.

- Kontrollér, at alle dæksler er på plads og fastgjort sikkert, inden apparatet forsynes med strøm.

## 3 Grundlæggende driftsprincipper

## 3

### 3.1 Generelt

Dette kapitel indeholder en oversigt over frekvensomformerens primære samlinger og kredsløb. Det beskriver de interne elektriske funktioner og signalbehandlingsfunktioner. En beskrivelse af den interne styringsstruktur er også inkluderet.

Automatiserede og valgfri frekvensomformerfunktioner, der er tilgængelige for konstruktion af robuste driftssystemer med avanceret ydeevnerapportering hvad angår styring og status, er også beskrevet.

### 3.2 Beskrivelse af drift

Frekvensomformerer leverer en reguleret mængde vekselstrøm fra netforsyningen til en standard trefaset induktionsmotor for at styre motorhastigheden. Frekvensomformerer leverer variabel frekvens og spænding til motoren.

Frekvensomformerer er opdelt i fire primære moduler.

- Ensretter
- Mellemkreds
- Vekselretter
- Styring og regulering

I *kapitel 3.3 Driftssekvens* er disse moduler beskrevet i detaljer, og det beskrives, hvordan effekt og styresignaler bevæger sig i frekvensomformerer.

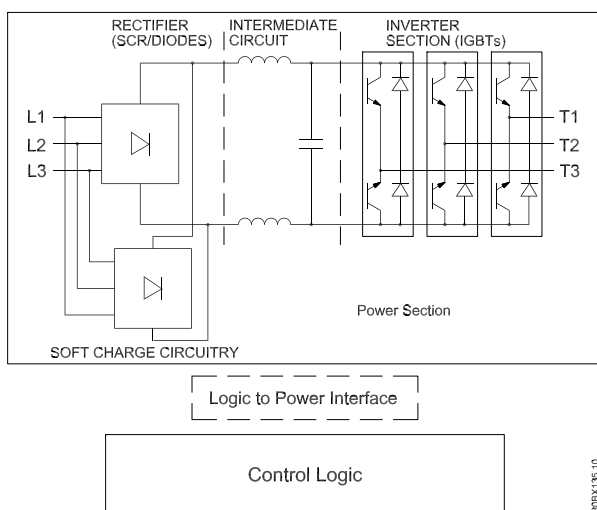


Illustration 3.1 Intern styrelogik

### 3.3 Driftssekvens

#### 3.3.1 Ensretterdelen

Når strøm påføres frekvensomformerer første gang, kommer den ind via indgangsklemmerne (L1, L2 og L3) og videre til afbryderen og/eller RFI-filteroptionen, afhængigt af apparatets konfiguration.

#### 3.3.2 Mellemdelen

Fra ensretter-delen passerer spændingen videre til mellemdelen. Denne udbedrede spænding udjævnes af et sinusbølgefilterkredsløb, der består af DC-businduktoren og DC-buskondensatorgruppen.

DC-businduktoren sørger for seriel impedans til ændret strøm. Dette hjælper filtreringsprocessen, samtidig med at harmonisk forvrængning til indgangen AC-bølgeform reduceres, som normalt er indeholdt i ensretterkredsløb.

#### 3.3.3 Vekselretterdel

I vekselretterdelen, når en kørselskommando og hastighedsreference er til stede, begynder IGBT'ernes kobling at skabe udgangsbølgeformen. Denne bølgeform, som er genereret af Danfoss VVC<sup>plus</sup> PWM-princippet på styrekortet, giver optimal ydeevne og minimale tab i motoren.

#### 3.3.4 Bremsoption

Til de frekvensomformere, der er udstyret med en dynamisk bremsoption, medfølger der en bremse-IGBT sammen med klemmerne 81(R-) og 82(R+) til at tilslutte en ekstern bremsemodstand.

Bremse-IGBT'ens funktion er at begrænse spændingen i mellemkredsen, når den maksimale spændingsgrænse er overskredet. Dette opnås ved kobling af den eksternt monterede modstand henover DC-bussen for at fjerne overskydende DC-spænding, der findes i buskondensatorerne. Overskydende DC-busspænding er generelt resultat af en belastning (overhauling load), der forårsager, at regenerativ energi returneres til DC-bussen. Dette sker for eksempel, når belastningen driver motoren, hvilket får spændingen til at vende tilbage til DC-bussen.



Ved at placere bremsemodstanden udvendigt opnås fordelene ved at vælge modstanden baseret på applikationens behov, sprede energien uden for betjeningspanelet og beskytte omformeren imod overophedning, hvis bremsemodstanden er overbelastet.

Bremse-IGBT'ens indløbssignal opstår på styrekortet og leveres til bremse-IGBT via effektkortet og gate drive-kortet. Derudover overvåger effekt og styrekort bremse-IGBT og bremsemodstandens tilslutning med hensyn til kortslutninger og overbelastninger.

### 3.3.5 Belastningsfordeling

Apparater med indbygget belastningsfordelingsoption indeholder klemmer (+) 89 DC og (-) 88 DC. I frekvensomformeren er disse klemmer tilsluttet DC-bussen foran DC-linkreaktoren og buskondensatorerne.

Brugen af belastningsfordelingsklemmerne kan understøtte to forskellige konfigurationer.

Den ene metode indebærer, at klemmerne bruges til at binde DC-buskredsløbene fra flere frekvensomformere sammen. Dette muliggør, at et apparat, der er i regenerativ tilstand, deler den overskydende busspænding med et andet apparat, der driver en motor. Denne form for belastningsfordeling kan reducere behovet for eksterne dynamiske bremsemodstande samtidig med, at der spares energi. Antallet af apparater, der kan tilsluttes på denne måde, er i teorien uendelig; dog skal hvert enkelt apparat være i samme spændingsklassificering. Afhængigt af størrelse og antallet af apparater kan det endvidere være nødvendigt at installere DC-reaktorer og DC-sikringer i DC-link-tilslutningerne, samt AC-reaktorer på netforsyningen. Hvis sådan en konfiguration forsøges, kræver det specifikke overvejelser, og det bør ikke forsøges uden først at rådføre sig med Danfoss Application Engineering.

Den anden metode indebærer, at frekvensomformeren påføres strøm udelukkende fra en DC-kilde. Denne metode er noget mere kompliceret. For det første kræver det en DC-kilde. Dernæst kræver det en metode til soft charge-opstart af DC-bussen. Endeligt kræver det en spændingskilde til at starte ventilatorerne i apparatet op. Igen bør sådan en konfiguration ikke forsøges uden først at rådføre sig med Danfoss Application Engineering.

## 3.4 Styringsgrænseflade

### 3.4.1 Styreprincip

Frekvensomformeren modtager styringsindgange fra flere kilder.

- LCP-betjeningspanel (hand mode)
- Programmerbare analoge, digitale og analoge/digitale styreklemmer (auto mode)
- RS-485, USB eller serielle kommunikationsporte (auto mode)

Når styreklemmerne er tilsluttet og programmeret korrekt, giver disse feedback, reference og andre indgangssignaler til frekvensomformeren; status på udgange og fejltilstande fra frekvensomformeren, relæer til at drive ekstradstyr, og den serielle kommunikationsgrænseflade. En 24 V fælles forsyning er også til rådighed. Styreklemmer kan programmeres til forskellige funktioner ved at vælge parameteroptioner via LCP-betjeningspanelet foran på apparatet eller via eksterne kilder. De fleste styreledninger skal leveres af kunden, medmindre de bestilles fra fabrikken.

### 3.5 Ledningsdiagram

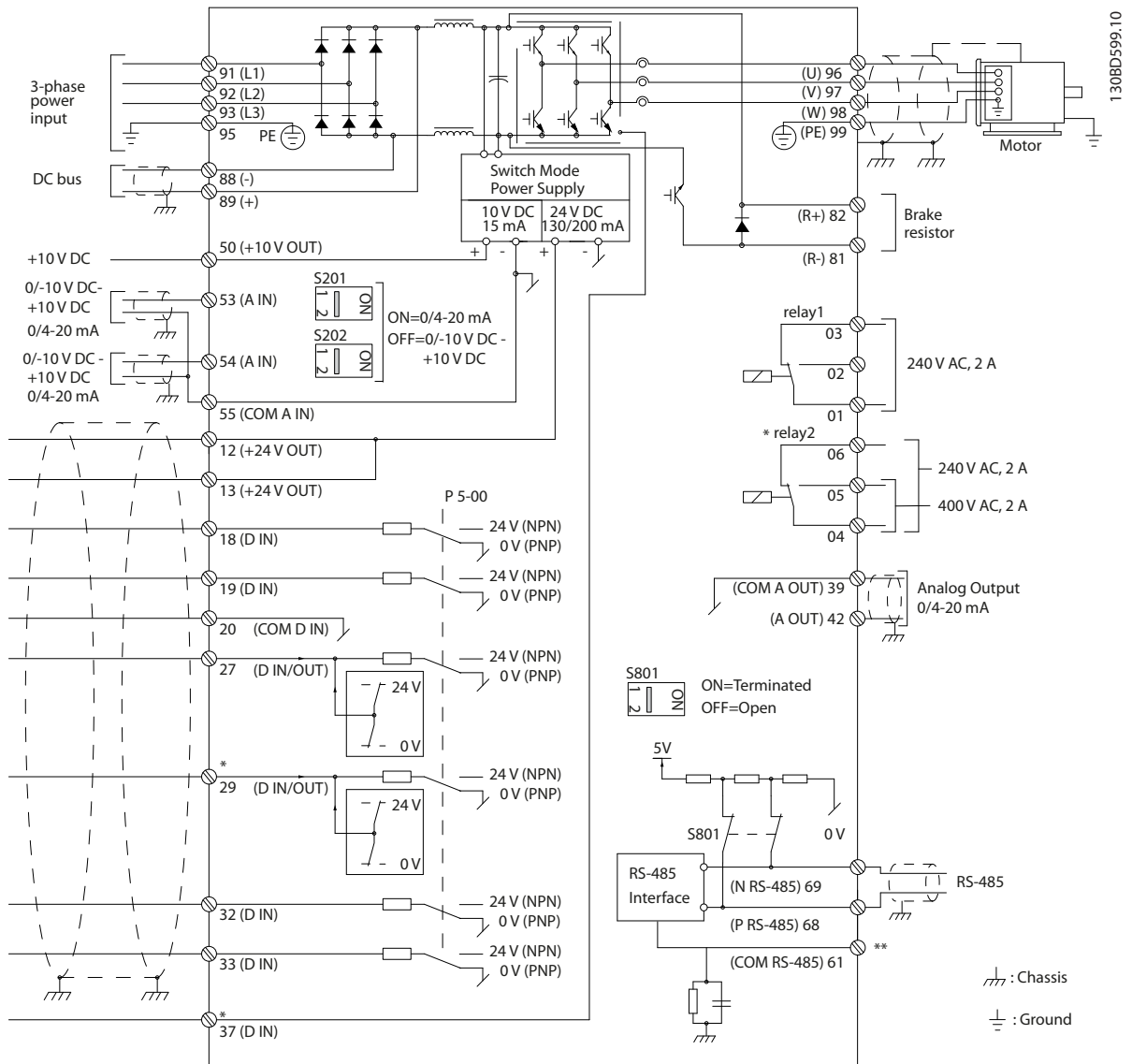
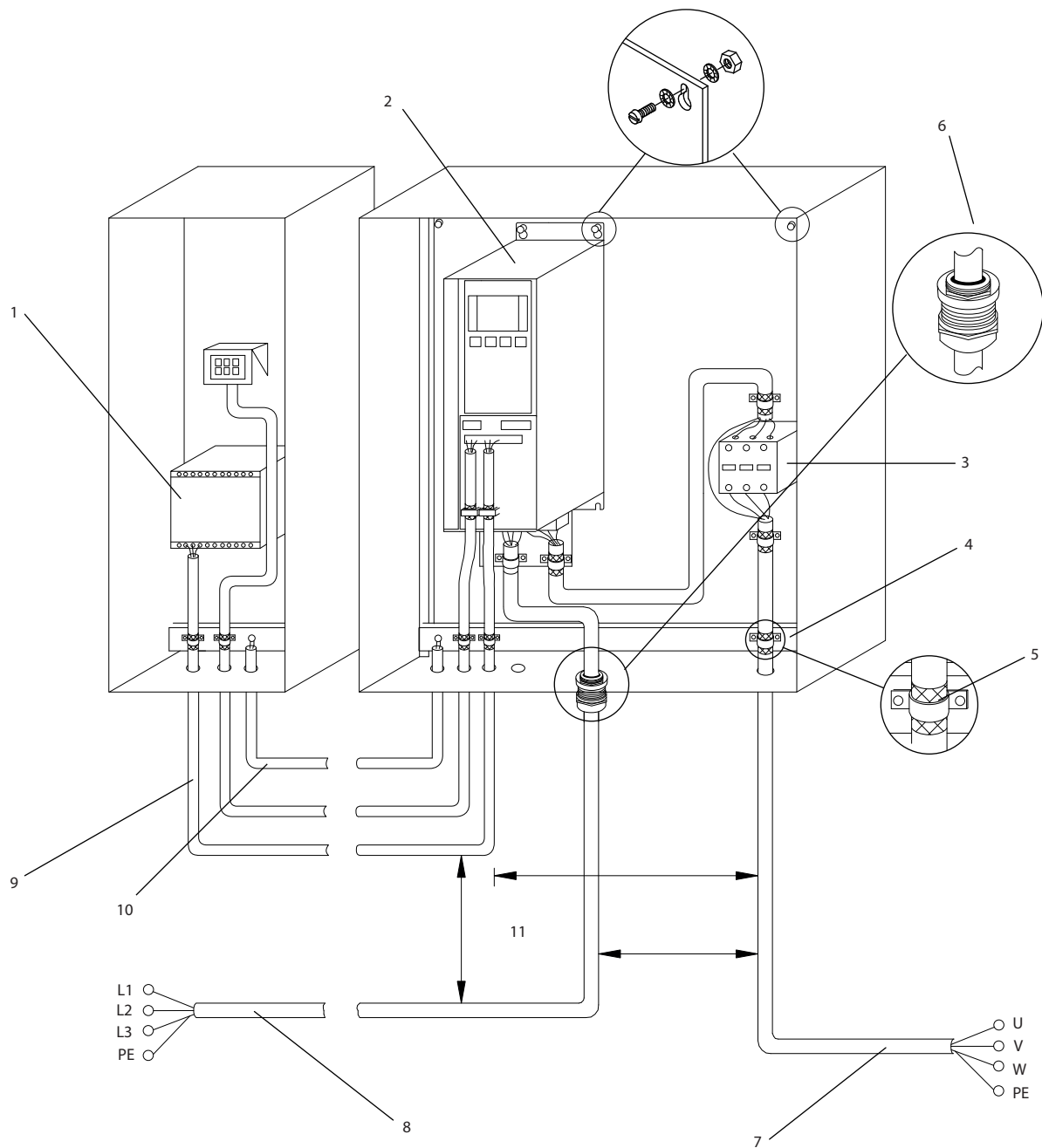


Illustration 3.2 Grundlæggende ledningsdiagram

A = analog, D = digital

\*Klemme 37 (medfølger ikke altid) bruges til Safe Torque Off. Safe Torque Off-installationsinstruktioner findes i *Safe Torque Off Betjeningsvejledning for Danfoss VLT® frekvensomformere*. Klemme 37 er ikke inkluderet i FC 301 (undtagen kapslingstype A1). Relæ 2 og klemme 29 har ingen funktion i FC 301.

\*\*Tilslut ikke kabelskærmen.



1	PLC	7	Motor, 3-faset og PE (skærmet)
2	Frekvensomformer	8	Netforsyning, 3-faset og forstærket PE (ikke skærmet)
3	Udgang kontaktor	9	Styreledninger (skærmede)
4	Kabelbøjle	10	Potentialeudligning min. 16 mm <sup>2</sup>
5	Kabelisolering (afisoleret)	11	Afstand mellem styrekabel, motorkabel og forsyningskabel: Min. 200 mm
6	Kabelbøsning		

Illustration 3.3 EMC-korrekt elektrisk tilslutning

For yderligere oplysninger om EMC, se *kapitel 4.1.15 EMC-overensstemmelse*.

**BEMÆRK!****EMC-FORSTYRRELSE**

Brug skærmede kabler til motorkabler og styreledninger samt separate kabler til indgangsstrøm, motorkabler og styreledninger. Hvis strømkabler, motorkabler og styreledninger ikke adskilles, kan det resultere i utilsigtet funktion eller reduceret ydeevne. Der skal være mindst 200 mm afstand mellem strømkabler, motorkabler og styreledninger.

**3.6 Styreenheder****3.6.1 Styreprincip**

En frekvensomformer ensretter AC-spændingen fra netforsyningen til DC-spænding, hvorefter DC-spændingen omformes til AC-strøm med variabel amplitude og frekvens.

Motoren forsynes med variabel spænding/strøm og frekvens, hvilket muliggør variabel hastighedskontrol af trefasede asynkrone standardmotorer og permanente magnetmotorer.

Frekvensomformereren kan styre enten hastigheden eller momentet på motorakslen. Indstillingen i *1-00 Konfigurationstilstand* bestemmer typen af styring.

**Hastighedsstyring**

Der findes to typer hastighedsstyring:

- Hastighedsstyring, åben sløjfe, som ikke kræver feedback fra motoren (sensorless).
- PID-hastighedsstyring med lukket sløjfe kræver hastighedsfeedback til en indgang. Korrekt optimeret hastighedsstyring med lukket sløjfe er mere nøjagtig end hastighedsstyring med åben sløjfe.

Vælger, hvilken indgang, der skal anvendes som PID-hastighedsfeedback i *7-00 Hastighed, PID-feedbackkilde*.

**Momentstyring**

Momentstyringsfunktionen bruges i applikationer, hvor momentet på motorens udgangsaksel styrer applikationen som spændingsstyring. Momentstyring kan vælges i *1-00 Konfigurationstilstand*, enten i *VVC<sup>plus</sup>[4] Moment åben sløjfe* eller Flux-styring, lukket sløjfe med *[2] motorhastighedsfeedback*. Momentet indstilles ved at indstille en analog, digital eller busstyret reference. Den maksimale hastighedsgrænsfaktor indstilles i *4-21 Hastighedsgrænsfaktorkilde*. Når der køres momentstyring, anbefales det at gennemføre en fuld AMA-procedure, da de korrekte motordata er af høj betydning for optimal ydeevne.

- Lukket sløjfe i Flux mode med encoderfeedback sikrer overlegen ydeevne i alle fire kvadranter og ved alle motorhastigheder.
- Åben sløjfe i *VVC<sup>plus</sup>*-tilstand. Funktionen anvendes i mekaniske robuste applikationer, men nøjagtigheden er begrænset. Momentfunktionen med åben sløjfe fungerer grundlæggende kun i én hastighedsretning. Momentet beregnes på basis af strømmålingen indvendigt i frekvensomformereren.

**Hastigheds-/momentreference**

Referencen til disse styreenheder kan enten være en enkelt reference eller summen af forskellige referencer, herunder relativt skalerede referencer. Håndteringen af referencer uddybes nærmere i *kapitel 3.7 Referencehåndtering*.

### 3.6.2 FC 301 vs. FC 302 Styreprincip

FC 301 er en universal frekvensomformer til variable hastighedsapplikationer. Styreprincippet er baseret på Voltage Vector Control (VVC<sup>plus</sup>).

FC 301 kan håndtere både asynkrone motorer og PM-motorer.

Strømfølingsprincippet i FC 301 er baseret på strømmålinger i DC-linket eller motorfasen. Jordfejlbeskyttelsen på motorsiden løses af et afmætningskredsløb i IGBT'erne, der er sluttet til styrekortet.

Kortslutningsadfærden for FC 301 afhænger af strømtransducere i det positive DC-link og afmætningsbeskyttelsen med feedback fra de tre lavere IGBT'ere og bremsen.

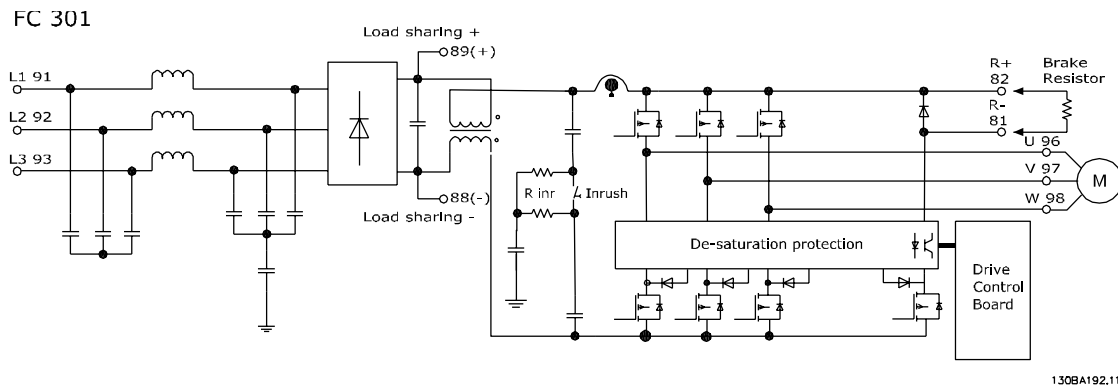


Illustration 3.4 Styreprincip FC 301

FC 302 er en højtydende frekvensomformer til krævende applikationer. Frekvensomformerer kan håndtere forskellige typer motorstyringsprincipper, f.eks. U/f-speciel motortilstand, VVC<sup>plus</sup> eller Flux Vektor-motorstyring.

FC 302 kan håndtere både synkrone motorer med permanent magnet (servomotorer) og normale kortslutningsmotorer.

Kortslutningsadfærden for FC 302 afhænger af de tre strømtransducere i motorfaserne og afmætningsbeskyttelsen med feedback fra bremsen.

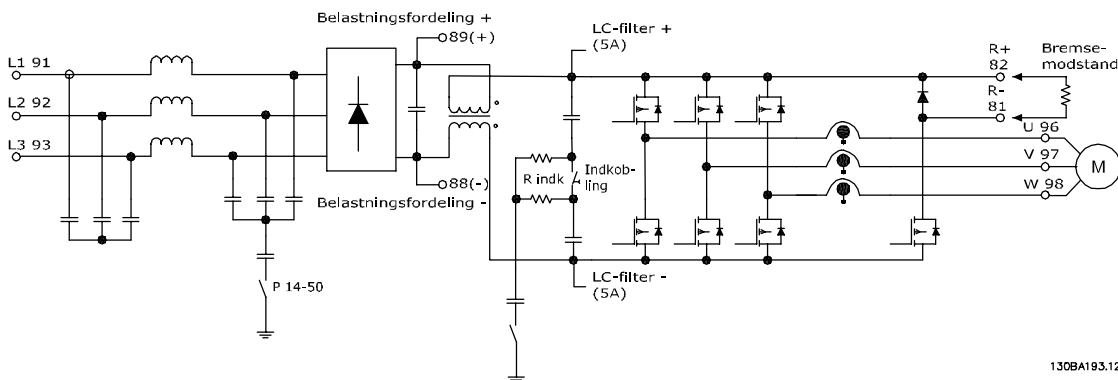
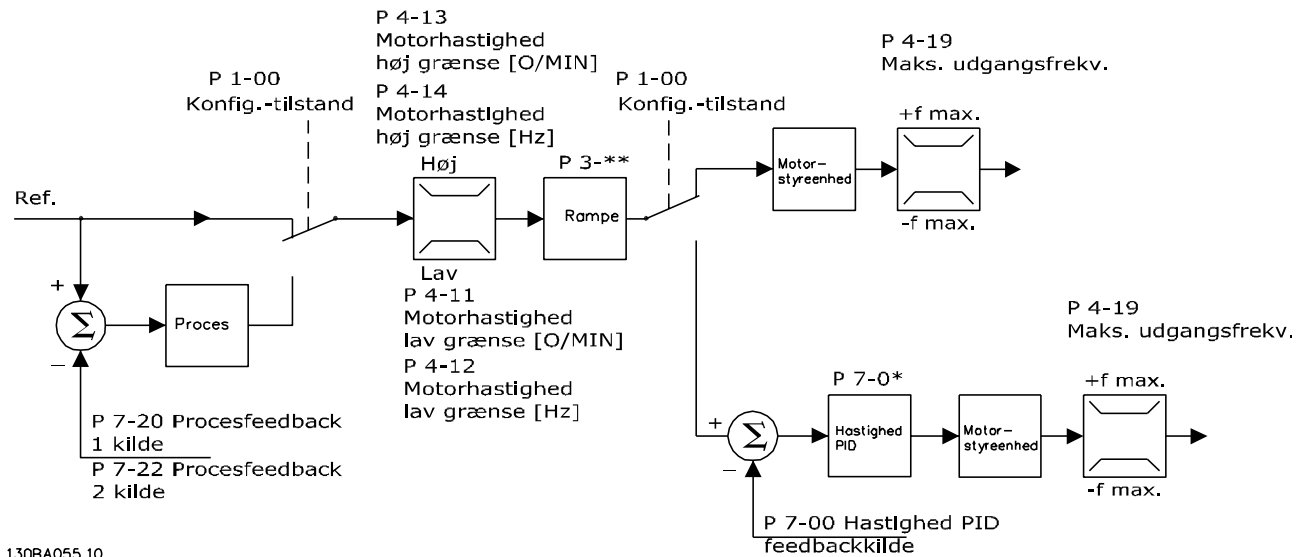


Illustration 3.5 Styreprincip FC 302

3.6.3 Styringsstruktur for VVC<sup>plus</sup>


130BA055.10

 Illustration 3.6 Styringsstruktur for VVC<sup>plus</sup> i konfigurationer med åben sløjfe og lukket sløjfe

Se *Aktive/inaktive parametre i forskellige apparatstyringstilstande* i *Programming Guide* for en oversigt over, hvilken styringskonfiguration er tilgængelig, afhængigt af valg af AC-motor eller PM, ikke-udpræget motor. I den konfiguration, der vises i *Illustration 3.6*, er *1-01 Motorstyringsprincip* indstillet til [1] VVC<sup>plus</sup>, og *1-00 Konfigurationstilstand* er indstillet til [0] *Hastighed, åben sløjfe*. Den resulterende reference fra referencehåndteringssystemet modtages og føres gennem rampegrænsen og hastighedsgrænsen, før den sendes til motorstyringen. Motorstyringens udgang begrænses derefter af den maksimale frekvensgrænse.

Hvis *1-00 Konfigurationstilstand* indstilles til [1] *Hastighed, lukket sløjfe*, sendes den resulterende reference fra rampegrænse og hastighedsgrænse til en PID-hastighedsstyring. PID-hastighedsstyringsparametrene indstilles i parametergruppe *7-0\* Hastighed, PID-styr.* Den resulterende reference fra PID-hastighedsstyring sendes til motorstyringen og begrænses af frekvensgrænsen.

Vælg [3] *Proces* i *1-00 Konfigurationstilstand* for at bruge PID-processtyring for lukket sløjfestyring af f.eks. hastighed eller tryk i den styrede applikation. PID-procesparametrene findes i parametergruppen *7-2\* Processtyring, Fb* og *7-3\* Proces, PID-reg.*

### 3.6.4 Styringsstruktur i Flux Sensorless (kun FC 302)

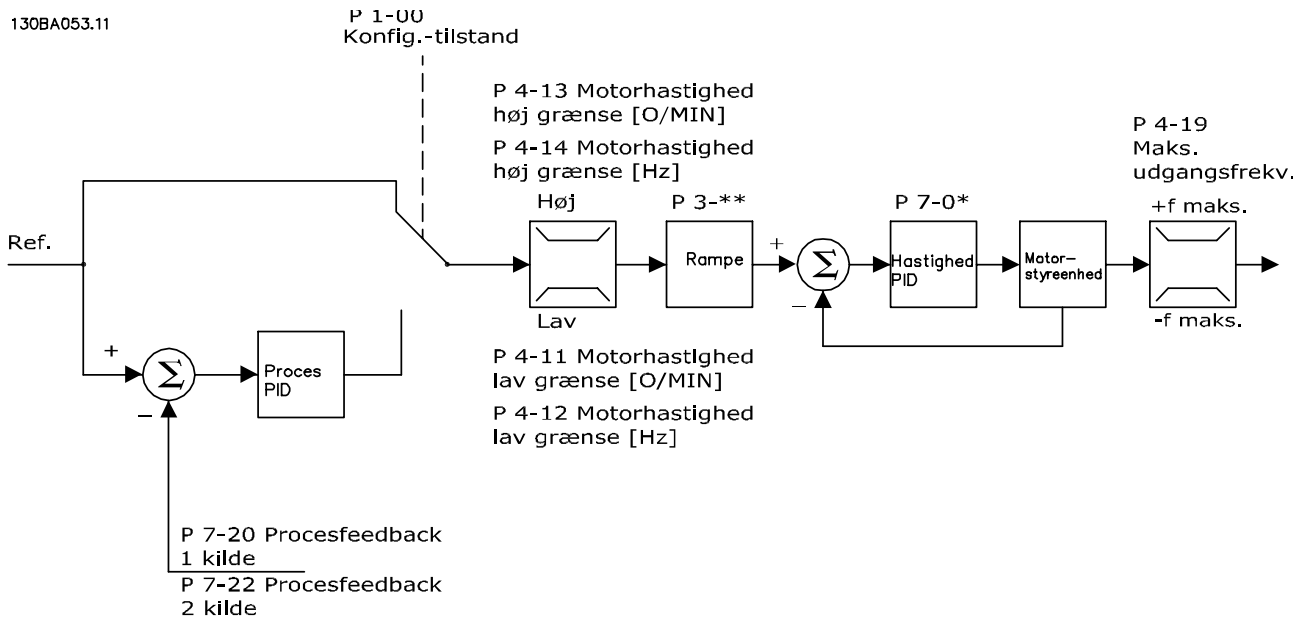


Illustration 3.7 Styringsstruktur i konfigurationer med Flux Sensorless, åben sløjfe og lukket sløjfe.

Se *Aktive/inaktive parametre i forskellige apparatstyringstilstande* i *Programming Guide* for en oversigt over, hvilken styringskonfiguration er tilgængelig, afhængigt af valg af AC-motor eller PM, ikke-udpræget motor. I den viste konfiguration er 1-01 *Motorstyringsprincip* indstillet til [2] *Flux Sensorless*, og 1-00 *Konfigurationstilstand* er indstillet til [0] *Hastighed, åben sløjfe*. Den resulterende reference fra referencehåndteringssystemet føres gennem rampe- og hastighedsgrænserne, som det er bestemt i de angivne parameterindstillinger.

Der genereres en anslået hastighedsfeedback til PID-hastighed for at styre udgangsfrekvensen. PID-hastighed skal indstilles med P-, I- og D-parametrene (parametergruppe 7-0\* *Hastighed, PID-styr.*).

Vælg [3] *Proces* i 1-00 *Konfigurationstilstand* for at bruge PID-processtyring for lukket sløjfestyring af f.eks. hastighed eller tryk i den styrede applikation. PID-procesparametrene findes i parametergruppe 7-2\* *Processtyr. Fb* og 7-3\* *Proces, PID-reg.*

### 3.6.5 Styringsstruktur for Flux med motorfeedback (kun FC 302)

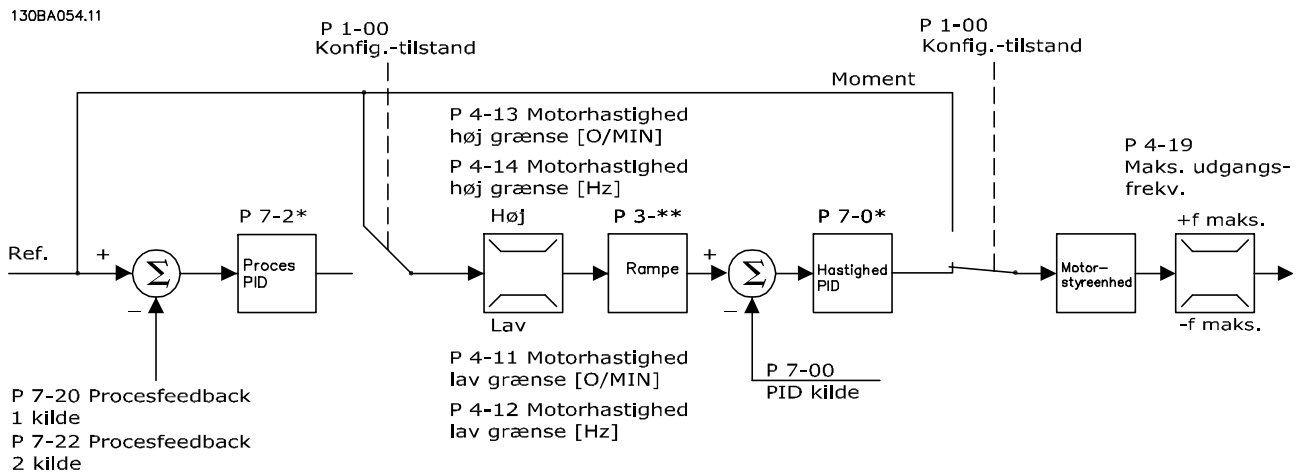


Illustration 3.8 Styringsstruktur i Flux med motorfeedbackkonfiguration (kun tilgængelig for FC 302)

Se *Aktive/inaktive parametre i forskellige apparatstyringstilstande* i *Programming Guide* for en oversigt over, hvilken styringskonfiguration er tilgængelig, afhængigt af valg af AC-motor eller PM, ikke-udpræget motor. I den viste konfiguration er 1-01 *Motorstyringsprincip* indstillet til [3] *Flux m. motorfeedb*, og 1-00 *Konfigurationstilstand* er indstillet til [1] *Hastighed, lukket sløjfe*.

Motorstyringen i denne konfiguration afhænger af et feedbacksignal fra en encoder eller resolver, der er monteret direkte på motoren (indstillet i 1-02 *Flux-motorfeedbackkilde*).

Vælg [1] *Hastighed, lukket sløjfe* i 1-00 *Konfigurationstilstand* for at bruge den resulterende reference som indgang for PID-hastighedsstyringen. PID-hastighedsstyringsparametrene findes i parametergruppe 7-0\* *Hastighed, PID-styr.*

Vælg [2] *Moment* i 1-00 *Konfigurationstilstand* for at bruge den resulterende reference direkte som en momentreference. Momentstyring kan kun vælges i konfigurationen *Flux med motorfeedback* (1-01 *Motorstyringsprincip*). Når denne tilstand er valgt, bruger referencen Nm-enheden. Det kræver ikke momentfeedback, da det faktiske moment beregnes på basis af strømmålingen i frekvensomformeren.

Vælg [3] *Proces* i 1-00 *Konfigurationstilstand* for at bruge PID-processtyring til lukket sløjfestyring af eksempelvis hastighed eller en procesvariabel i den styrede applikation.



## 3.6.6 PID

### 3.6.6.1 PID-hastighedsstyring

PID-hastighedsstyring opretholder en konstant motorhastighed uanset den ændrede belastning på motoren.

1-00 Konfigurationstilstand	1-01 Motorstyringsprincip			
	U/f	VVC <sup>plus</sup>	Flux Sensorless	Flux m/ enc. feedb
[0] Hast., åben sløjfe	AKTIV	AKTIV	AKTIV	N.A.
[1] Hastighed, lukket sløjfe	N.A.	Ikke aktiv	N.A.	AKTIV
[2] Moment	N.A.	N.A.	N.A.	Ikke aktiv
[3] Proces	Ikke aktiv	Ikke aktiv	Ikke aktiv	N.A.
[4] Moment, åben sløjfe	N.A.	Ikke aktiv	N.A.	N.A.
[5] Wobble	Ikke aktiv	Ikke aktiv	Ikke aktiv	Ikke aktiv
[6] Overfladespole	Ikke aktiv	Ikke aktiv	Ikke aktiv	N.A.
[7] Udvidet PID-hastighed OL	Ikke aktiv	Ikke aktiv	Ikke aktiv	N.A.
[8] Udvidet PID-hastighed CL	N.A.	Ikke aktiv	N.A.	Ikke aktiv

**Tabel 3.1** Styrekonfigurationer med aktiv hastighedsstyring

"N.A." betyder, at den pågældende tilstand slet ikke er tilgængelig. "Ikke aktiv" betyder, at den pågældende tilstand er tilgængelig, men at hastighedsstyringen ikke er aktiv i den tilstand.

#### **BEMÆRK!**

PID-hastighedsstyring fungerer med standardparameterindstillingen, men det anbefales kraftigt at optimere parametrene for at forbedre motorstyringsydeevnen. Især de to Flux-motorstyringsprincipper er afhængige af korrekt optimering for at yde det fulde potentiale.

Tabel 3.2 opsummerer de karakteristika, der kan indstilles til hastighedsstyring. Se VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 301/FC 302 Programming Guide for flere oplysninger om programmering.

Parameter	Beskrivelse af funktion
7-00 Hastighed, PID-feedbackkilde	Vælg den indgang, PID-hastigheden skal få sin feedback fra.
7-02 Hastighed, PID-proportionalforst.	Jo højere værdi, jo hurtigere styring. En for høj værdi kan imidlertid føre til oscilleringer.
7-03 Hastighed, PID-integrations- onstid	Fjerner hastighedsfejl i stationær tilstand. En mindre værdi betyder en hurtig reaktion. En for lav værdi kan imidlertid føre til oscilleringer.
7-04 Hastighed, PID-differentieringstid	Giver en forstærkning, der er proportionel med ændringsfrekvensen for feedback. En indstilling på nul deaktiverer differentiatoren.
7-05 Hastighed, PID diff. forstærk.-grænse	Hvis der sker hurtige ændringer i referencen eller feedback i en given applikation – hvilket betyder, at fejlen skifter hurtigt – kan differentiatoren hurtigt blive for dominerende. Dette sker, fordi den reagerer på ændringer i fejlen. Jo hurtigere fejlen ændres, jo stærkere er differentiatorforstærkningen. Differentiatorforstærkningen kan derfor begrænses for at tillade indstilling af en rimelig differentieringstid for langsomme ændringer og en passende hurtig forstærkning for hurtige ændringer.

Parameter	Beskrivelse af funktion	
7-06 Hastighed, PID-lavpasfiltertid	Et lavpasfilter dæmper oscilleringer på feedbacksignalet og forbedrer driften i stationær tilstand. For lang filtertid vil imidlertid forringe den dynamiske ydeevne for PID-hastighedsstyringen. Praktiske indstillinger for parameter 7-06, hentet fra antallet af pulseringer pr. omdrejning fra encoderen (PPR):	
	<b>Encoder PPR</b>	<b>7-06 Hastighed, PID-lavpasfiltertid</b>
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms
7-07 Hast. PID Feedb.gearudv.forh.	Frekvensomformerer ganger hastighedsfeedbacken med dette forhold.	
7-08 Hastighed, PID-fremføringsfaktor	Referencesignalet bypasser hastighedsstyringsenheden med den angivne mængde. Denne funktion øger den dynamiske ydeevne for hastighedsstyringsløjfen.	
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	Hastighedsfejlen mellem rampen og den faktiske hastighed sammenlignes med indstillingen i denne parameter. Hvis hastighedsfejlen overstiger denne parameterindtastning, rettes hastighedsfejlen via en kontrolleret rampning.	

Tabel 3.2 Relevante parametre til hastighedsstyring

Programmeres i den viste rækkefølge (se forklaring på indstillinger i *Programming Guide*)

I Tabel 3.3 antages det, at alle andre parametre og kontakter forbliver ved fabriksindstillingen.

Funktion	Parameter	Indstilling
1) Sørg for, at motoren kører korrekt. Gør følgende:		
Indstil motorparametrene ved hjælp af dataene på typeskiltet	1-2*	Som angivet på motorens typeskilt
Udfør Automatisk motortilpasning	1-29 Automatisk motortilpasning (AMA)	[1] Aktivér komplet AMA
2) Kontrollér, om motoren kører, og om encoderen er korrekt fastgjort. Gør følgende:		
Tryk på [Hand On] på LCP'et. Kontrollér, at motoren kører, og bemærk, hvilken retning den kører i (i det følgende benævnt som "positiv retning").		Indstil en positiv reference.
Gå til 16-20 Motorvinkel. Drej langsomt motoren i den positive retning. Den skal drejes så langsomt (kun et par O/MIN), at det er muligt at bestemme, om værdien i 16-20 Motorvinkel øges eller reduceres.	16-20 Motorvinkel	N.A. (skrivebeskyttet parameter) Bemærk: En værdi, der øges, overløber ved 65.535 og starter igen ved 0.
Hvis 16-20 Motorvinkel aftager, skal encoderretningen ændres i 5-71 Klemme 32/33, koderretning.	5-71 Klemme 32/33, koderretning	[1] Mod uret (hvis 16-20 Motorvinkel reduceres)
3) Sørg for, at frekvensomformergrænserne er indstillet til sikre værdier		
Indstil acceptable grænser for referencerne.	3-02 Minimumreference 3-03 Maksimumreference	0 O/MIN (standard) 1.500 O/MIN (standard)
Kontrollér, at rampeindstillingerne er inden for frekvensomformerens ydeevne og de tilladte driftsspecifikationer for den pågældende applikation.	3-41 Rampe 1, rampe-op-tid 3-42 Rampe 1, rampe-ned-tid	fabriksindstilling fabriksindstilling

Funktion	Parameter	Indstilling
Indstil acceptable grænser for motorhastigheden og frekvensen.	4-11 Motorhastighed, lav grænse [O/MIN] 4-13 Motorhastighed, høj grænse [O/MIN] 4-19 Maks. udgangsfrekvens	0 O/MIN (standard) 1.500 O/MIN (standard) 60 Hz (standard 132 Hz)
4) Konfigurér hastighedsstyringen, og vælg motorstyringsprincippet		
Aktivering af hastighedsstyringen	1-00 Konfigurations-tilstand	[1] Hastighed, lukket sløjfe
Valg af motorstyringsprincip	1-01 Motorstyringsprincip	[3] Flux m motorfeedb
5) Konfigurér og skalér referencen for hastighedsstyringen		
Indstil analog indgang 53 som referencekilde	3-15 Referenceressource 1	Ikke nødvendig (standard)
Skalér Analog indgang 53 0 O/MIN (0 V) til 1.500 O/MIN (10 V)	6-1*	Ikke nødvendig (standard)
6) Konfigurér 24 V HTL-encodersignalet som feedback for motorstyringen og hastighedsstyringen		
Indstil digital indgang 32 og 33 som HTL-encoderindgang	5-14 Klemme 32, digital indgang 5-15 Klemme 33, digital indgang	[0] Ingen betjening (standard)
Vælg klemme 32/33 som motorfeedback	1-02 Flux-motorfeedbackkilde	Ikke nødvendig (standard)
Vælg klemme 32/33 som PID-hastighedsfeedback	7-00 Hastighed, PID-feedbackkilde	Ikke nødvendig (standard)
7) Indstil PID-hastighedsstyringsparametrene		
Brug optimeringsretningslinjerne, hvor det er relevant, eller gennemfør optimeringen manuelt	7-0*	Se retningslinjerne
8) Gem for at afslutte		
Gem parameterindstillingen i LCP'et for at gemme den sikkert	0-50 LCP-kopi	[1] Alle til LCP

Tabel 3.3 Programmeringsrækkefølge

### 3.6.6.2 Optimering af PID-hastighedsstyring

Følgende optimeringsretningslinjer er relevante, når et af Flux-motorstyringsprincipperne benyttes i applikationer, hvor belastningen hovedsageligt er inertial (med en lav mængde friktion).

Værdien af 30-83 *Hastighed*, *PID-proportionalforstærkning* afhænger af den kombinerede inertie for motoren og belastningen, og den valgte båndbredde kan beregnes ved hjælp af følgende formuler:

$$Par. 7-02 = \frac{Samlet\ inertie [kgm^2] \times par. 1-25}{Par. 1-20 \times 9550} \times Båndbredde [rad / sek]$$

#### **BEMÆRK!**

1-20 *Motoreffekt [kW]* er motoreffekten i [kW] (dvs. at der skal indtastes '4' kW i stedet for '4.000' W i formlen).

En praktisk værdi for båndbredden er 20 rad/s. Kontrollér resultatet af 7-02 *Hastighed*, *PID-proportionalforst.*-beregningen i henhold til følgende formular (ikke nødvendig, hvis der bruges feedback i høj opløsning, f.eks. SinCos-feedback):

$$Par. 7-02MAKS = \frac{0.01 \times 4 \times Encoder\ Opløsning \times Par. 7-06}{2 \times \pi} \times Maks.\ moment\ ripple [\%]$$

Den anbefalede startværdi for 7-06 *Hastighed*, *PID-lavpasfiltertid* er 5 ms (en lavere encoderopløsning kræver en højere filterværdi). En maks. momentripped på 3 % er som regel acceptabel. For trinvisse encodere findes encoderopløsningen i enten 5-70 *Klemme 32/33 Pulser pr. omdrejning* (24 HTL på standardfrekvensomformer) eller 17-11 *Opløsning (PPR)* (5 V TTL på Encoder Option MCB102).

Den praktiske maksimumgrænse for 7-02 *Hastighed*, *PID-proportionalforst.* bestemmes som regel af encoderopløsningen og feedbackfiltertiden, men andre faktorer i applikationen kan eventuelt begrænse 7-02 *Hastighed*, *PID-proportionalforst.* til en lavere værdi.

For at minimere oversvinget kan 7-03 *Hastighed*, *PID-integrationstid* indstilles til ca. 2,5 sek. (varierer afhængigt af applikationen).

Indstil til 7-04 *Hastighed*, *PID-differentieringstid* 0, indtil alt andet er indstillet. Hvis det er nødvendigt, kan optimeringen afsluttes ved at eksperimentere med trinvisse justeringer af indstillingen.

### 3.6.6.3 PID-processtyring

Anvend PID-processtyringen til at styre de applikationsparametre, der kan måles af en føler (dvs. tryk, temperatur, flow), og påvirkes af en tilsluttet motor gennem en pumpe, ventilator eller på anden vis.

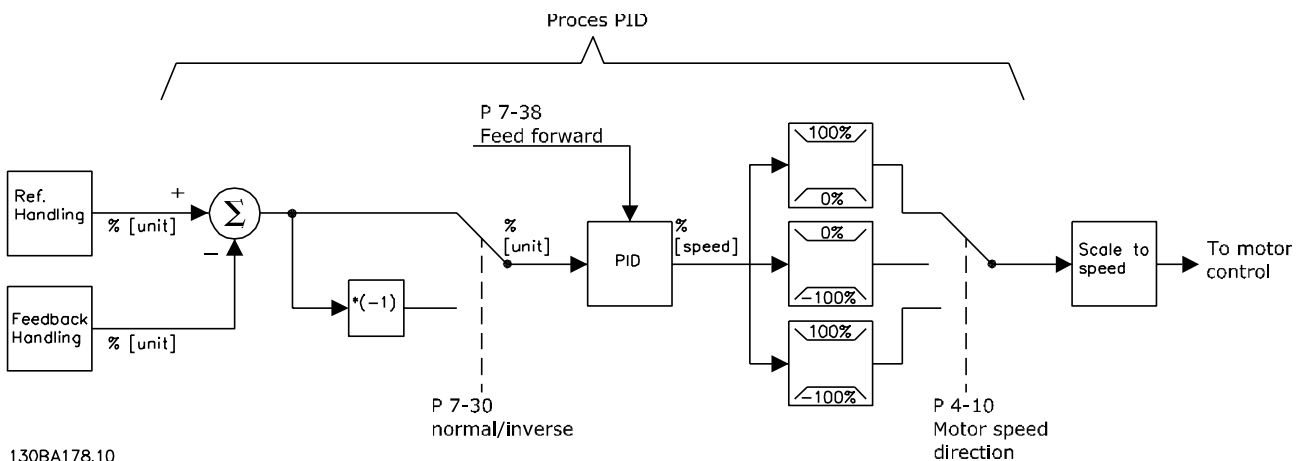
Tabel 3.4 viser de styrekonfigurationer, hvor det er muligt at bruge processtyring. Når der anvendes et Flux Vektor-motorstyringsprincip, skal PID-hastighedsstyringparametrene indstilles. *kapitel 3.6 Styreenheder* viser, hvor hastighedsstyringen er aktiv.

1-00 Konfigurationstilstand	1-01 Motorstyringsprincip			
	U/f	VVC <sup>plus</sup>	Flux Sensorless	Flux m/ enc. feedb
[3] Proces	Ikke aktiv	Proces	Proces og hastighed	Proces og hastighed

Tabel 3.4 Styrekonfigurationer med processtyring

#### **BEMÆRK!**

PID-processtyringen fungerer med standardparameterindstillingen, men det anbefales kraftigt at optimere parametrene for at forbedre applikationens styreydeevne. Især de to Flux-motorstyringsprincipper er afhængige af korrekt optimering af PID-hastighedsstyring (inden indstilling af PID-processtyring) for at yde det fulde potentiale.



130BA178.10

Illustration 3.9 PID-processtyringsdiagram

Tabel 3.5 opsummerer de karakteristika, der kan indstilles for processtyringen.

Parameter	Beskrivelse af funktion
7-20 Proc. lukket sløjfe, tilb. 1-signal	Vælg, hvilken kilde (dvs. analog eller pulsindgang) Process PID skal få sin feedback fra
7-22 Proc. lukket sløjfe, tilb. 2-signal	Alternativt: Bestem. om (og hvorfra) proces PID skal have et ekstra feedbacksignal. Hvis der vælges en ekstra feedbackkilde, kombineres de to feedbacksignaler, før de anvendes i PID-processtyringen.
7-30 Proces PID normal/inverteret styring	Ved [0] <i>Normal drift</i> vil processtyringen reagere ved at øge motorhastigheden, hvis feedbacken bliver lavere end referencen. Ved [1] <i>Inverteret drift</i> vil processtyringen i samme situation reagere ved at sænke motorhastigheden i stedet.
7-31 Proces, PID-anti windup	Anti-windup-funktionerne sikrer, at integratoren indstilles til en forstærkning, der svarer til den faktiske frekvens, når enten en frekvensgrænse eller en momentgrænse nås. Dette forhindrer integrering med en fejl, der er umulig at kompensere for med en hastighedsændring. Denne funktion kan deaktiveres ved at vælge [0] <i>Ikke aktiv</i> .
7-32 Proces PID starthastighed	I nogle applikationer kan det tage meget lang tid at nå den krævede hastighed/det krævede sætpunkt. I sådanne applikationer kan det være en fordel at indstille en fast motorhastighed på frekvensomformerer, før processtyringen aktiveres. Dette gøres ved at indstille en proces PID-startværdi (hastighed) i 7-32 <i>Proces PID starthastighed</i> .
7-33 Proces PID-proportionalforstærkning	Jo højere værdi, jo hurtigere styring. En for høj værdi kan imidlertid medføre oscilleringer.
7-34 Proces, PID-integrationstid	Fjerner hastighedsfejl i stationær tilstand. En mindre værdi betyder en hurtig reaktion. En for lille værdi kan imidlertid medføre oscilleringer.
7-35 Proces, PID-differentieringstid	Giver en forstærkning, der er proportionel med ændringsfrekvensen for feedback. En indstilling på nul deaktiverer differentiatoren.
7-36 Proces PID diff. Forstærkningsgrænse	Hvis der sker hurtige ændringer i referencen eller feedback i en given applikation – hvilket betyder, at fejlen skifter hurtigt – kan differentiatoren hurtigt blive for dominerende. Dette sker, fordi den reagerer på ændringer i fejlen. Jo hurtigere fejlen ændres, jo stærkere er differentiatorforstærkningen. Differentiatorforstærkningen kan derfor begrænses for at muliggøre indstilling af en differentieringstid for langsomme ændringer.
7-38 Proces PID-feed forward-faktor	I en applikation med god (og omtrent lineær) korrelation mellem procesreferencen og den motorhastighed, der er nødvendig for at opnå denne reference, kan feed forward-faktoren anvendes for at opnå bedre dynamisk ydeevne for PID-processtyringen.
5-54 Pulsfiltertidskonstant #29 (Pulsklem. 29), 5-59 Pulsfiltertidskonstant #33 (Pulsklem. 33), 6-16 Klemme 53, filtertidskonstant (Analog klem. 53), 6-26 Klemme 54, filtertidskonstant (Analog klem. 54) 6-36 Kl. X30/11, filtertidskonstant 6-46 Kl. X30/12, filtertidskonstant 35-46 Klemme X48/2, Filtertidskonstant	Hvis der er oscilleringer på strøm-/spændingsfeedbacksignalet, kan de dæmpes ved brug af et lavpasfilter. Denne tidskonstant repræsenterer hastighedsgrænsen for rippler, der opstår på feedbacksignalet. Eksempel: Hvis lavpasfiltret er indstillet til 0,1 sek., vil hastighedsgrænsen være 10 RAD/sek. (det modsatte af 0,1 sek.), hvilket svarer til $(10/(2 \times \pi))=1,6$ Hz. Dette betyder, at alle strømme/spændinger, der varierer med mere end 1,6 oscilleringer pr. sekund, dæmpes af filteret. Styringen udføres kun på et feedbacksignal, der varierer med en frekvens (hastighed) på mindre end 1,6 Hz. Lavpasfiltret forbedrer ydeevnen i stationær tilstand, men hvis der vælges en for lang filtertid, forringes den dynamiske ydeevne for PID-processtyringen.

Tabel 3.5 Relevante parametre for processtyring

### 3.6.6.4 Avanceret PID-styring

Se VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programming Guide for avanceret PID-styringsparametre

### 3.6.7 Intern strømstyring i VVC<sup>plus</sup>-tilstand

Når motorstrømmen/moment overstiger de momentgrænser, der er indstillet i 4-16 Momentgrænse for motordrift, 4-17 Momentgrænse for generatordrift og 4-18 Strømgrænse, aktiveres den integrerede strømgrænsestyring.

Når frekvensomformereren har nået strømgrænsen under motordrift eller regenerativ drift, vil den forsøge at komme under de forhåndsindstillede momentgrænser så hurtigt som muligt uden at miste kontrollen over motoren.

### 3.6.8 Lokal styring (Hand On) og fjernstyring (Auto On)

Frekvensomformereren kan betjenes manuelt via LCP-betjeningspanelet eller via fjernstyring via analoge og digitale indgange og en seriel bus. Hvis det er tilladt i 0-40 [Hand on]-tast på LCP, 0-41 [Off]-tast på LCP, 0-42 [Auto on] tast på LCP og 0-43 [Reset]-tast på LCP, er det muligt at starte og standse frekvensomformereren via LCP'et ved hjælp af tasterne [Hand On] og [Off]. Alarmer kan nulstilles med [Reset]-tasten. Når der er trykket på [Hand On]-tasten, går frekvensomformereren i Hand mode og følger (som standard) den lokale reference, der kan indstilles ved hjælp af navigationstasterne på LCP'et.

Når der er trykket på [Auto On], går frekvensomformereren i Auto mode og følger (som standard) fjernreferencen. I denne tilstand er det muligt at styre frekvensomformereren via de digitale indgange og forskellige serielle grænseflader (RS-485, USB eller Fieldbus (option)). Se flere oplysninger om start, standsning, ændring af ramper og parameteropsætninger osv. i parametergruppe 5-1\* Digitale indgange eller parametergruppe 8-5\* Digital/bus.

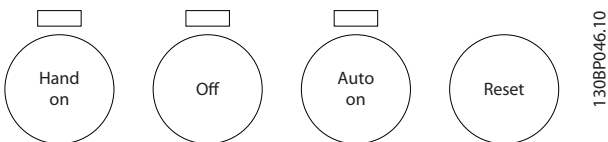


Illustration 3.10 Betjeningstaster

### Aktiv reference og konfigurationstilstand

Den aktive reference kan enten være den lokale reference eller fjernreferencen.

I 3-13 Referencested kan den lokale reference vælges permanent ved at vælge [2] Lokal.

Vælg [1] Fjernbetjent for at vælge fjernreferencen permanent. Ved at vælge [0] Kædet til hand/auto (standard) vil referencestedet afhænge af, hvilken tilstand er aktiv. (Hand mode eller Auto mode).

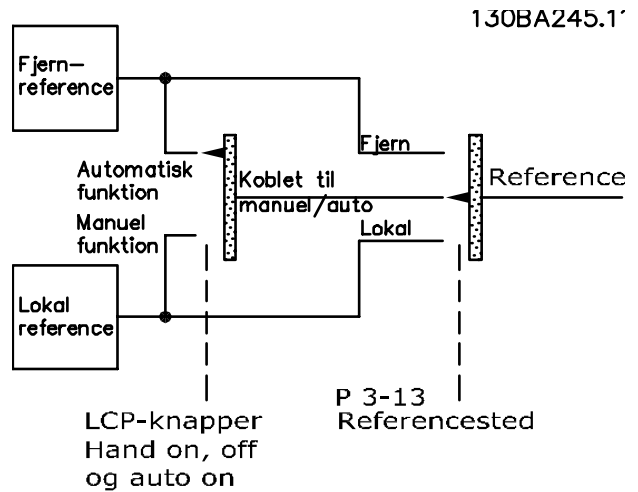


Illustration 3.11 Aktiv reference

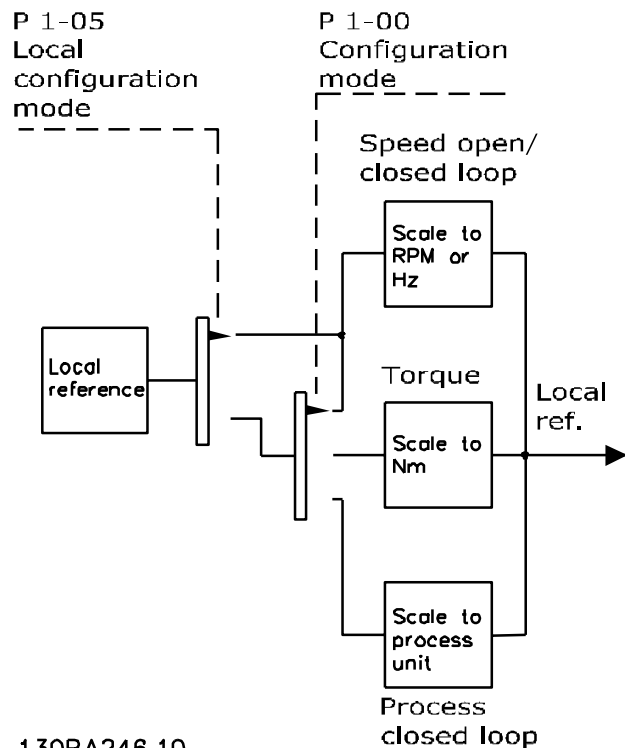


Illustration 3.12 Konfigurationstilstand

[Hand On]- [Auto on]-taster	3-13 Referen- cested	Aktiv reference
Hand	Kædet til Hand/ Auto	Lokal
Hand ⇒ Off	Kædet til Hand/ Auto	Lokal
Auto	Kædet til Hand/ Auto	Fjernbet.
Auto ⇒ Off	Kædet til Hand/ Auto	Fjernbet.
Alle taster	Lokal	Lokal
Alle taster	Fjernbet.	Fjernbet.

**Tabel 3.6** Betingelser for aktivering af lokal reference/  
fjernreference.

*1-00 Konfigurationstilstand* bestemmer, hvilken slags applikationsstyringsprincip (dvs. hastighed, moment eller processtyring) der anvendes, når fjernreferencen er aktiv. *1-05 Lokal konfigurationstilstand* bestemmer, hvilken slags applikationsstyringsprincip der anvendes, når lokalreferencen er aktiv. En af dem er altid aktiv, men de kan ikke begge være aktive på samme tid.

## 3.7 Referencehåndtering

### 3.7.1 Referencer

#### Analog reference

Et analogt signal, der påføres indgang 53 eller 54. Signalet kan enten være spænding 0-10 V (FC 301 og FC 302) eller -10 til +10 V (FC 302). Strømsignal 0-20 mA eller 4-20 mA.

#### Binær reference

Et signal, der påføres den serielle kommunikationsport (RS-485 klemmer 68-69).

#### Preset-reference

En defineret preset-reference, der kan indstilles fra -100 % til +100 % af referenceområdet. Der kan vælges otte preset-referencer via de digitale klemmer.

#### Pulsreference

En pulsreference, der påføres klemme 29 eller 33 og vælges i *5-13 Klemme 29, digital indgang* eller *5-15 Klemme 33, digital indgang [32] Pulsindgang*. Skalering i parametergruppe *5-5\* Pulsindgang*.

#### Ref<sub>MAX</sub>

Bestemmer forholdet mellem referenceindgangen ved 100 % af fuld skalaværdi (typisk 10 V, 20 mA) og den resulterende reference. Maksimumreferenceværdien, der er indstillet i *3-03 Maksimumreference*.

#### Ref<sub>MIN</sub>

Bestemmer forholdet mellem referenceindgangen ved 0 % af værdien (typisk 0 V, 0 mA, 4 mA) og den resulterende reference. Min. referenceværdien, der er indstillet i *3-02 Minimumreference*.

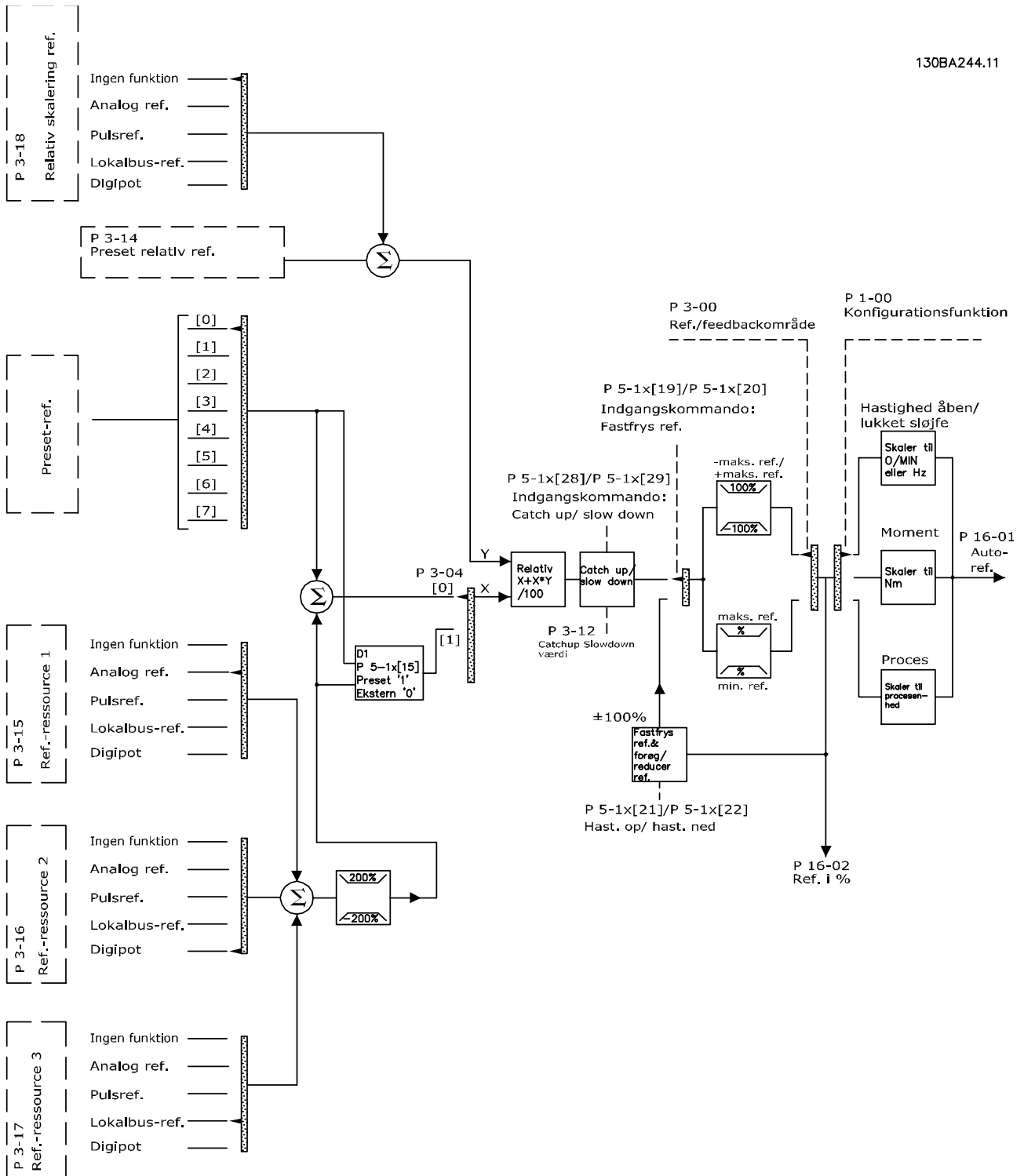
**Lokal reference**

Den lokale reference er aktiv, når frekvensomformereren betjenes, mens [Hand on]-tasten er aktiv. Justér referencen med navigationstasterne [▲]/[▼] og [◀]/[▶].

**Fjernreference**

Referencehåndteringssystemet for beregning af fjernreferencen vises i *Illustration 3.13*.

3



130BA244.11

Illustration 3.13 Fjernreference



Fjernreferencen beregnes én gang for hvert scanningsinterval og består som udgangspunkt af to typer referenceindgange:

1. X (den faktiske reference): En sum (se 3-04 *Referencefunktion*) af op til fire eksternt udvalgte referencer, der omfatter en hvilken som helst kombination (bestemmes af indstillingen i 3-15 *Referenceressource 1*, 3-16 *Referenceressource 2* og 3-17 *Referenceressource 3*) af en fast preset-reference (3-10 *Preset-reference*), variable analoge referencer, variable digitale pulsreferencer og forskellige serielle busreferencer i den enhed, frekvensomformereren styres med ([Hz], [O/MIN], [Nm] osv.).
2. Y (den relative reference): En sum af en fast preset-reference (3-14 *Preset relativ reference*) og en variabel analog reference (3-18 *Relativ skalering, referenceressource*) i [%].

De to typer referenceindgange kombineres i følgende formular: Fjernreference =  $X + X * Y/100$  %. Hvis der ikke anvendes en relativ reference, indstilles 3-18 *Relativ skalering, referenceressource* til [0] *Ingen funktion* og 3-14 *Preset relativ reference* til 0 %. Funktionen *catch up/slow-down* og funktionen *fastfrys reference* kan begge aktiveres ved hjælp af digitale indgange på frekvensomformereren. Funktionerne og parametrene beskrives i *Programming Guide*.

Skaleringen af de analoge referencer beskrives i parametergrupperne 6-1\* *Analog indgang 1* og 6-2\* *Analog indgang 2*, og skaleringen af de digitale pulsreferencer beskrives i parametergruppe 5-5\* *Pulsindgang*.

Referencegrænser og områder indstilles i parametergruppe 3-0\* *Referencegrænser*.

### 3.7.2 Referencegrænser

3-00 *Referenceområde*, 3-02 *Minimumreference* og 3-03 *Maksimumreference* definerer det tilladte område for summen af alle referencer. Summen af alle referencer fastlæses, når det er nødvendigt. Relationen mellem den resulterende reference (efter fastlåsning) og summen af alle referencer vises i *Illustration 3.14*.

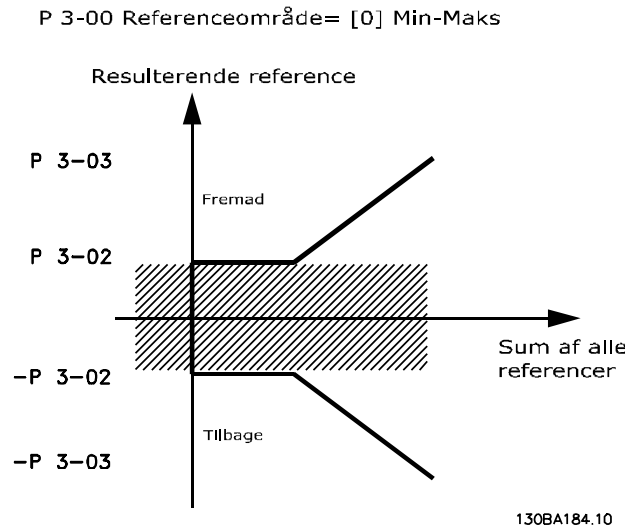


Illustration 3.14 Relationen mellem den resulterende reference og summen af alle referencer

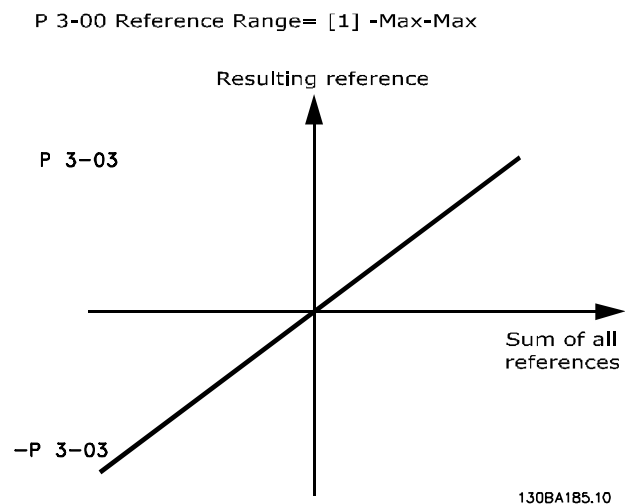


Illustration 3.15 Resulterende reference

Værdien af 3-02 *Minimumreference* kan ikke indstilles til mindre end 0, medmindre 1-00 *Konfigurationstilstand* indstilles til [3] *Proces*. I dette tilfælde er følgende relationer mellem den resulterende reference (efter fastlåsning) og summen af alle referencer som vist i *Illustration 3.16*.

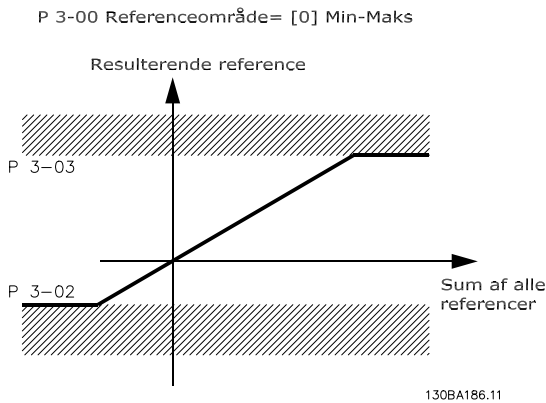


Illustration 3.16 Summen af alle referencer med 1-00 *Konfigurationstilstand*, der blev indstillet i [3] *Proces*

### 3.7.3 Skalering af preset-referencer og busreferencer

Preset-referencer skaleres i henhold til følgende regler:

- Når 3-00 *Referenceområde*: [0] Min. - Maks. 0 % reference er lig med 0 [enhed], hvor enheden kan være alle enheder, f.eks. O/MIN, m/s, bar osv., er 100 % reference lig med maks. (abs (3-03 *Maksimumreference*), abs (3-02 *Minimumreference*)).
- Når 3-00 *Referenceområde*: [1] -Maks. - +Maks. 0 % reference er lig med 0 [enhed], er -100 % lig med -Maks. reference, og 100 % reference er lig med Maks. reference.

Busreferencer skaleres i henhold til følgende regler:

- Når 3-00 *Referenceområde*: [0] Min. - Maks. For at opnå maks. opløsning på busreference er skaleringen på bussen: 0 % reference er lig Min. reference, og 100 % reference er lig Maks. reference.
- Når 3-00 *Referenceområde*: [1] -Maks. - +Maks. -100 % reference er lig med -Maks. reference, er 100 % reference lig med Maks. reference.

### 3.7.4 Skalering af analoge referencer samt pulsreferencer og feedback

Referencer og feedback skaleres på baggrund af analoge indgange og pulsindgange på samme måde. Den eneste forskel er, at referencen over eller under de angivne minimale og maksimale "slutpunkter" (P1 og P2 i *Illustration 3.17*) er fastlåste, hvorimod en feedback over eller under ikke er.

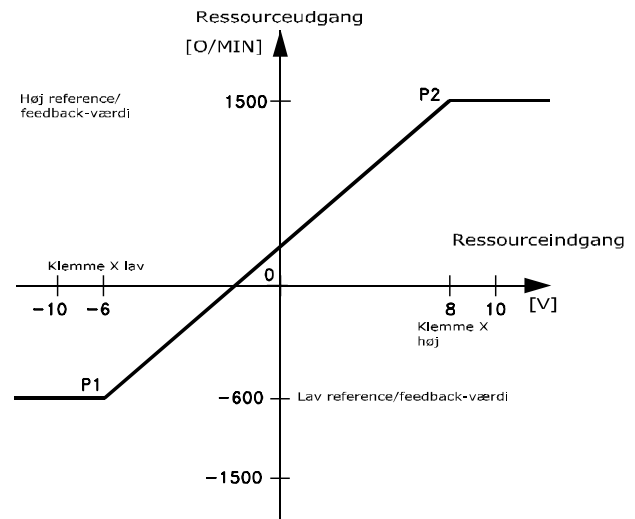


Illustration 3.17 Skalering af analoge referencer samt pulsreferencer og feedback

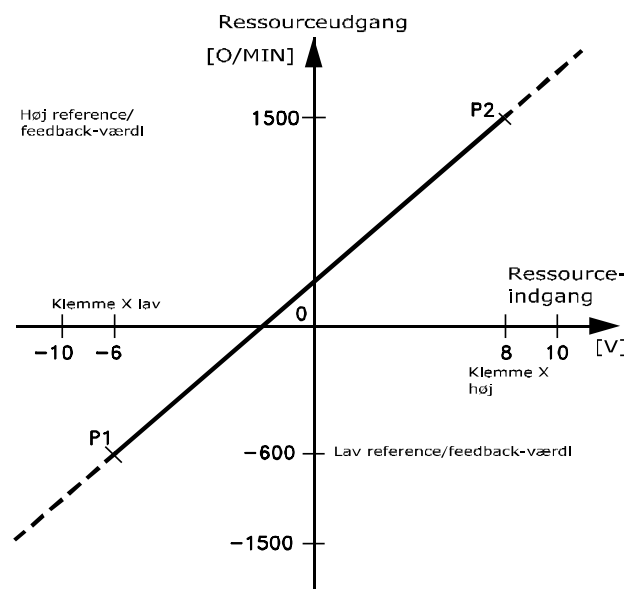


Illustration 3.18 Skalering af referenceudgang

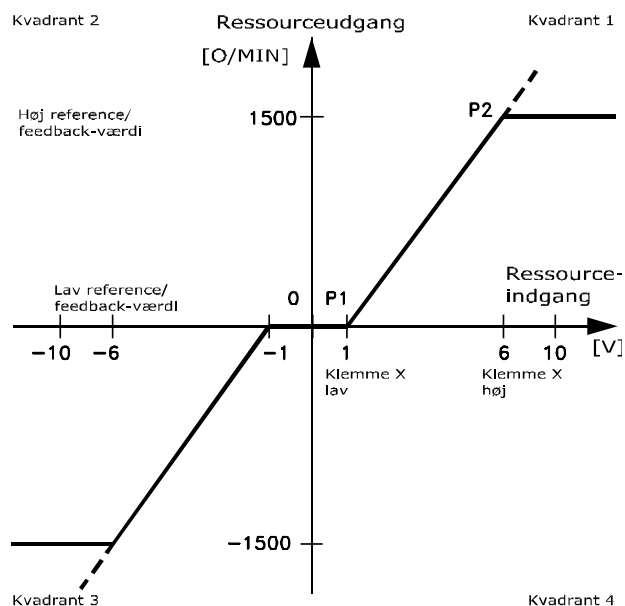
### 3.7.5 Dødbånd omkring nul

I nogle tilfælde skal referencen (i sjældne tilfælde også feedback) have et dødbånd omkring nul (f.eks. for at sikre, at maskinen standses, når referencen er "nær nul").

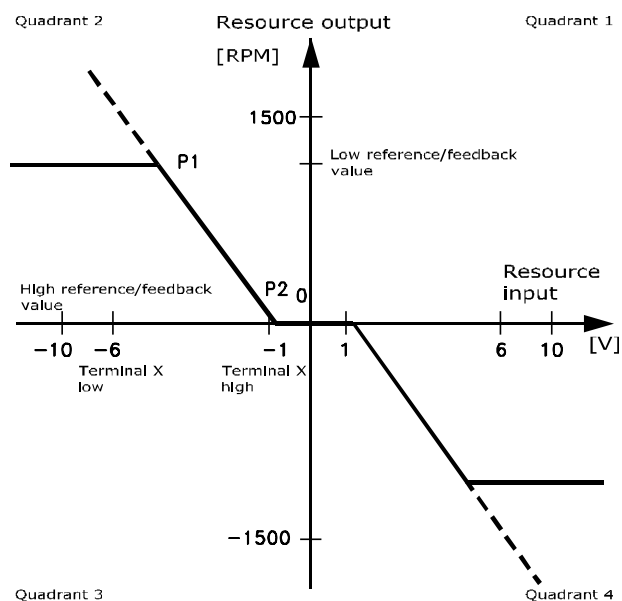
For at aktivere dødbåndet og indstille omfanget af dødbåndet indstilles følgende:

- Enten skal min. referenceværdien eller maks. referenceværdien være nul. Sagt på en anden måde: Enten P1 eller P2 skal befinde sig på X-aksen i *Illustration 3.19*.
- Og begge punkter, der definerer skaleringsgrafens, skal være i samme kvadrant.

Størrelsen på dødbåndet defineres enten af P1 eller P2 som vist i *Illustration 3.19*.



130BA179.10

**Illustration 3.19 Dødbånd**


130BA180.10

**Illustration 3.20 Reversér dødbånd**

Derfor vil et referenceslutpunkt på P1 = (0 V, 0 O/MIN) ikke medføre dødbånd, men et referenceslutpunkt på f.eks. P1 = (1 V, 0 O/MIN) vil medføre et dødbånd på -1 V til +1 V i dette tilfælde, hvis slutpunkt P2 er placeret enten i kvadrant 1 eller kvadrant 4.

Illustration 3.21 viser, hvordan referenceindgang med grænser inden for min.- og maks.-grænserne fastfryses.

130BA187.11

3

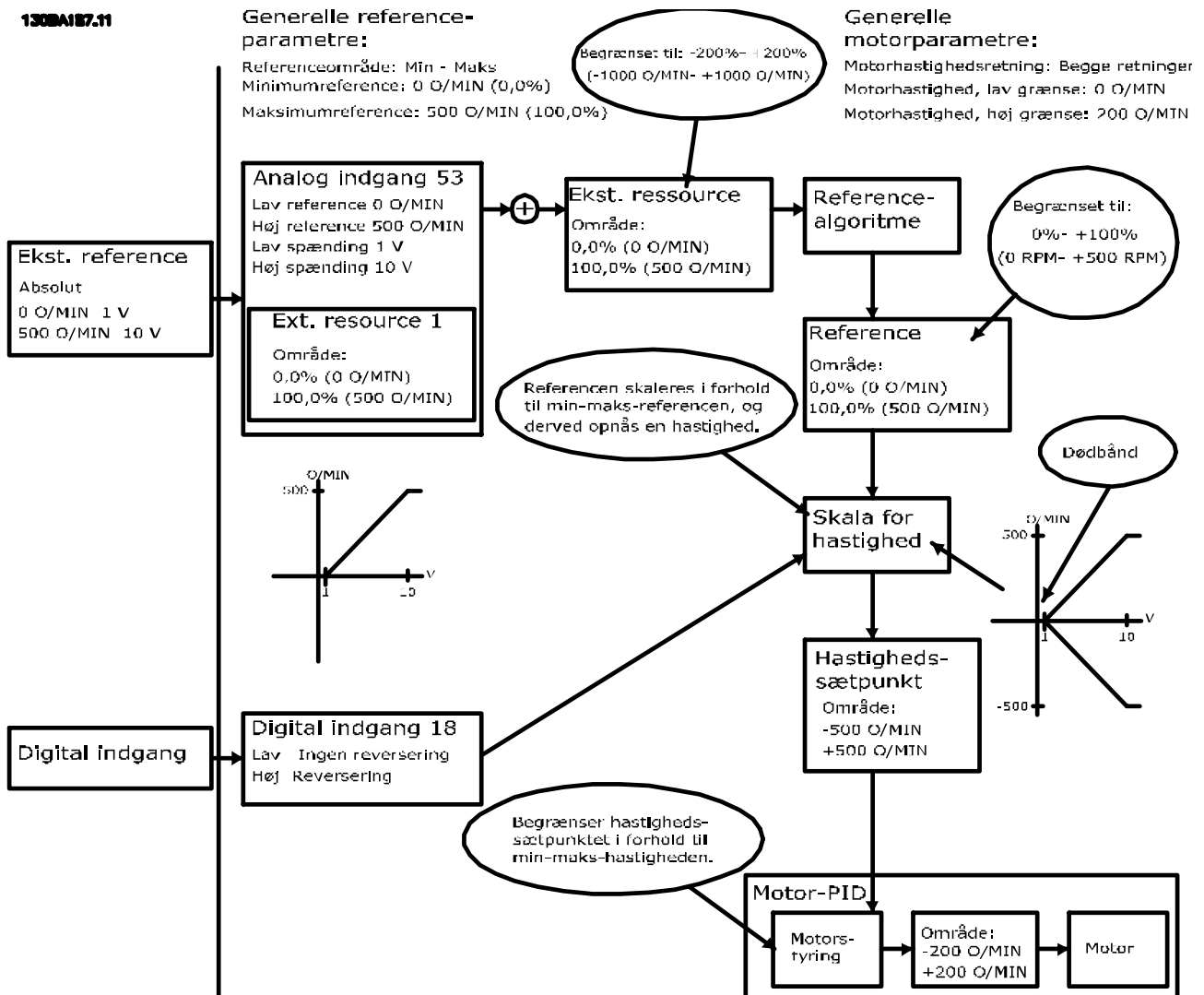


Illustration 3.21 Positiv reference med dødbånd, digital indgang til udløsning af reversering

Illustration 3.22 viser, hvordan referenceindgange med grænser uden for grænserne for -maks. til +maks. fastlåses til indgangenes lave og høje grænser, inden de føjes til den faktiske reference. Illustration 3.22 viser, hvordan den faktiske reference fastlåses til -maks. til +maks. af referencealgoritmen.

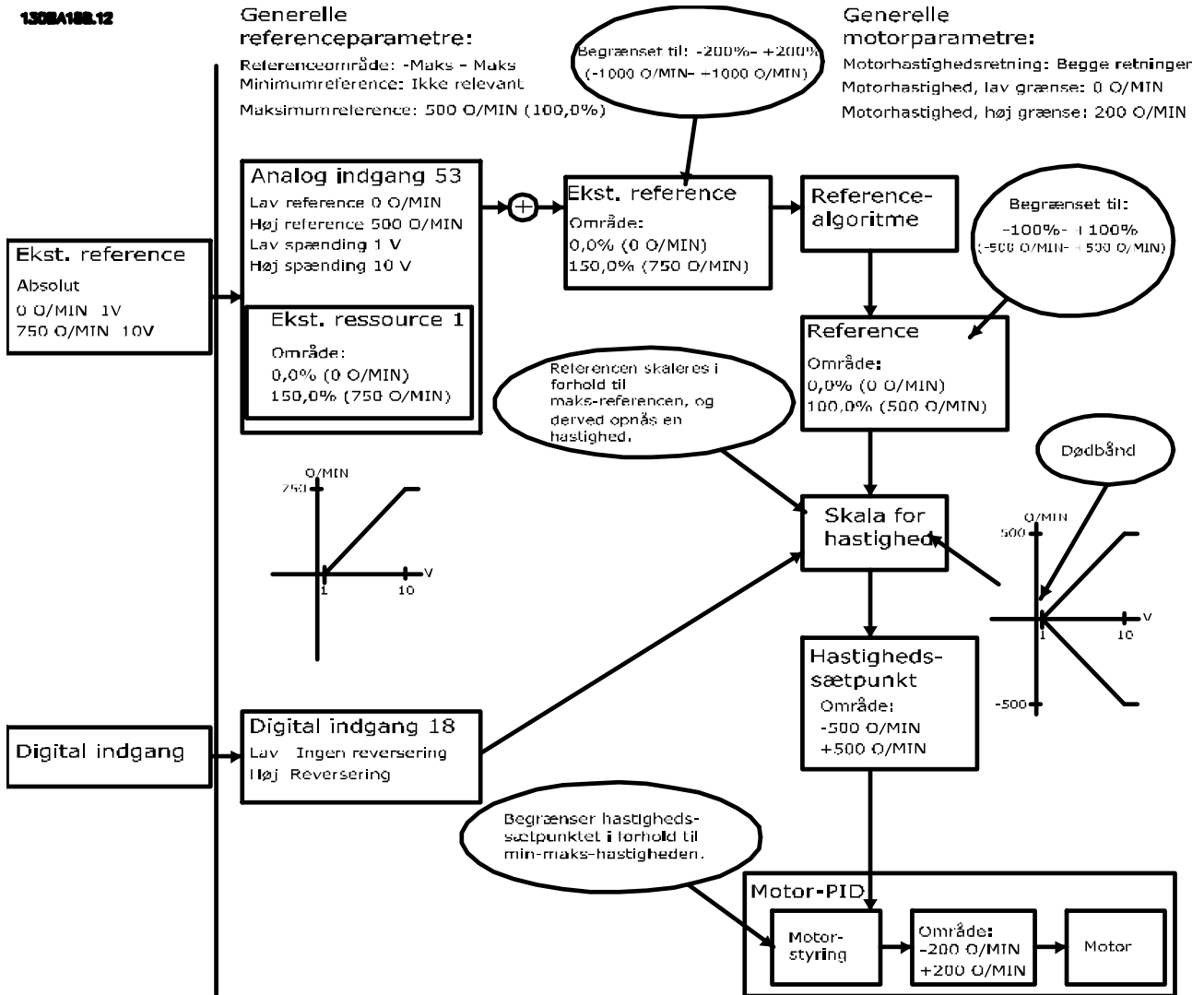


Illustration 3.22 Positiv reference med dødbånd, digital indgang til udløsning af reversering. Fastlåsningsregler

3

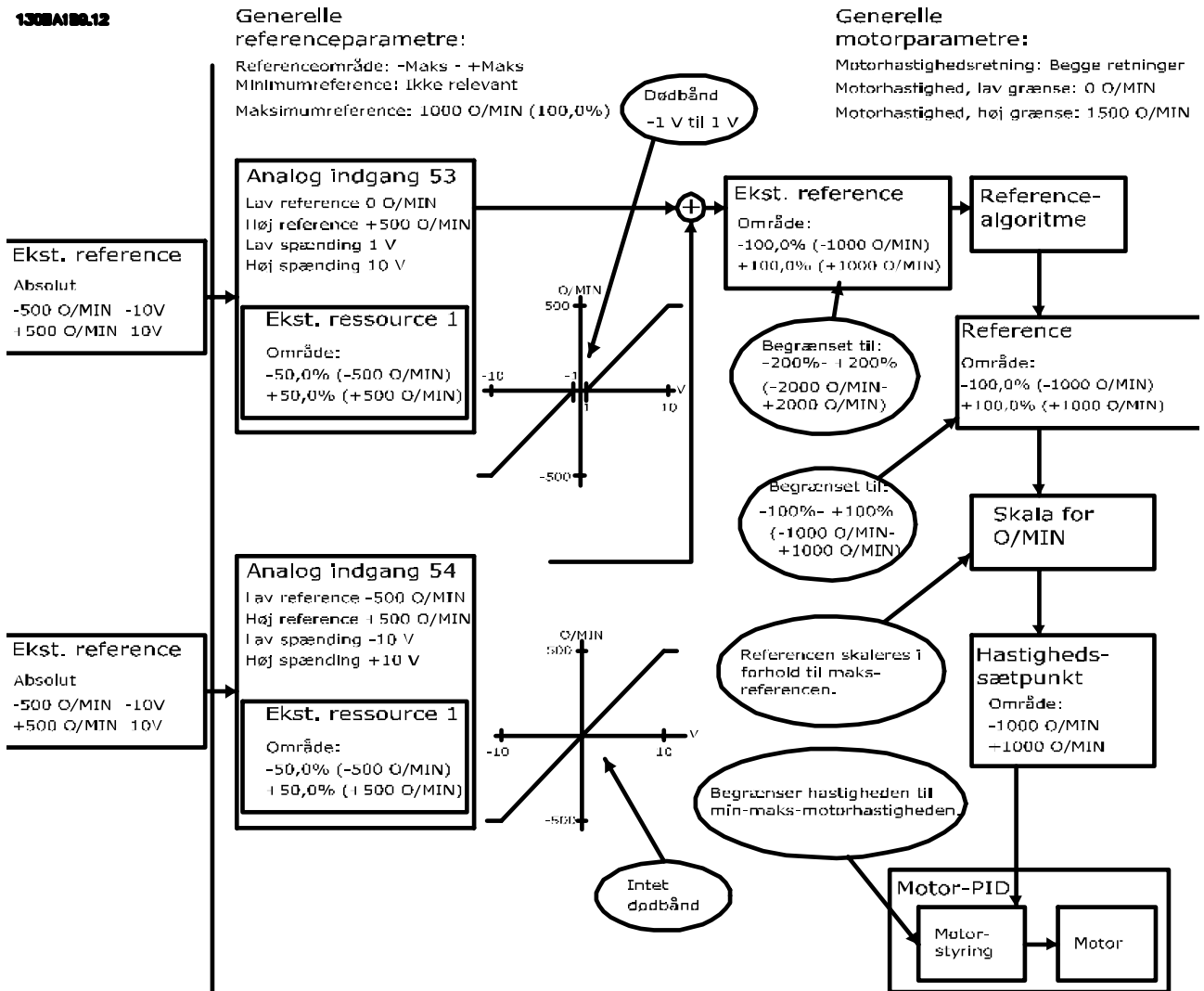


Illustration 3.23 Negativ til positiv reference med dødbånd, tegnet bestemmer retningen, -maks. til +maks.

## 4 Produktfunktioner

### 4.1 Automatiserede driftsfunktioner

Disse funktioner er aktive, så snart frekvensomformeren kører. De kræver ingen programmering eller opsætning. Forståelse for, at disse funktioner er til stede, kan optimere et systemdesign og muligvis undgå, at der introduceres redundante komponenter eller funktionalitet.

Frekvensomformeren har et udvalg af indbyggede beskyttelsesfunktioner til at beskytte sig selv og motoren, når den kører.

#### 4.1.1 Kortslutningsbeskyttelse

##### Motor (fase-fase)

Frekvensomformeren beskyttes mod kortslutninger på motorsiden af strømmålinger i hver af de tre motorfaser eller i DC-linket. En kortslutning mellem to udgangsfaser medfører overstrøm i vekselretteren. Vekselretteren slukkes, når kortslutningsstrømmen overstiger den tilladte værdi (Alarm 16, Triplås).

##### Netforsyningsside

En frekvensomformer, der fungerer korrekt, begrænser den strøm, der kan trækkes fra forsyningen. Det anbefales at bruge sikringer og/eller afbrydere på forsyningssiden som beskyttelse, hvis der skulle forekomme komponentnedbrud inden i frekvensomformeren (første fejl).

Se *kapitel 9.3 Nettilslutning* for yderligere oplysninger.

#### **BEMÆRK!**

Dette er obligatorisk for at sikre overensstemmelse med IEC 60364 til CE eller NEC 2009 til UL.

##### Bremsemodstand

Frekvensomformeren er beskyttet mod kortslutning i bremsemodstanden.

##### Belastningsfordeling

For at beskytte DC-bussen mod kortslutning og frekvensomformerne mod overbelastning, monteres DC-sikringer i serier med belastningsfordelingsklemmerne fra alle tilsluttede apparater. Se *kapitel 9.6.3 Belastningsfordeling* for yderligere oplysninger.

### 4.1.2 Overspændingsbeskyttelse

#### Motorgenereret overspænding

Spændingen i mellemkredsen øges, når motoren fungerer som en generator. Dette sker i følgende tilfælde:

- Belastningen driver motoren (ved konstant udgangsfrekvens fra frekvensomformeren), dvs. at belastningen genererer energi.
- Under en deceleration (rampe ned) er friktionen lav, hvis inertimomentet er højt, og rampe nedtiden er for kort til, at energien kan spredes som et tab i frekvensomformeren, motoren og installationen.
- En forkert indstilling af slipkompenseringen kan medføre højere DC-link-spænding.
- Modelektromotorisk kraft fra PM-motordrift. Ved friløb ved høje O/MIN kan PM-motorens modelektromotoriske kraft måske overstige den maksimale spændingstolerance i frekvensomformeren og forårsage skader. For at undgå dette begrænses værdien af *4-19 Maks. udgangsfrekvens* automatisk baseret på en intern beregning, der baseres på værdien i *1-40 Modelektromot.kraft v. 1000 O/MIN, 1-25 Nominel motorhastighed* og *1-39 Motorpoler*.

#### **BEMÆRK!**

For at undgå at motoren kører ved overhastighed (f.eks. pga. meget høje "vindmølle-effekter"), skal frekvensomformeren forsynes med en bremsemodstand.

Overspændingen kan håndteres enten ved at anvende en bremsefunktion (*2-10 Bremsefunktion*) og/eller overspændingsstyring (*2-17 Overspændingsstyring*).

#### Bremsefunktioner

Tilslut en bremsemodstand for udledning af overskydende bremseenergi. Ved tilslutning af en bremsemodstand kan en højere DC-link-spænding under bremsning tillades.

AC-bremse er et alternativ til at forbedre bremsning uden brug af en bremsemodstand. Denne funktion styrer en over-magnetisering af motoren ved generatorisk kørsel. Denne funktion kan forbedre OVC. Når de elektriske tab i motoren øges, kan OVC-funktionen øge bremsemomentet uden at overstige overspændingsgrænsen.

**BEMÆRK!**

AC-bremsen er ikke så effektiv som dynamisk bremsning med en modstand.

**Overspændingsstyring (OVC)**

OVC reducerer risikoen for, at frekvensomformerer tripper ved en overspænding på DC-linket. Dette håndteres ved automatisk at forlænge rampe ned-tiden.

**BEMÆRK!**

OVC kan aktiveres for PM-motorer med styringskerne PM VVC<sup>plus</sup>, Flux OL og Flux CL for PM-motorer.

**BEMÆRK!**

OVC må ikke være aktiveret i hæve-/sænkeapplikationer.

## 4.1.3 Detektering af manglende motorfase

Den manglende motorfasefunktion (4-58 *Manglende motorfasefunktion*) er som standard aktiveret for at undgå motorskade, hvis der mangler en motorfase. Fabriksindstillingen er 1.000 ms, men den kan justeres, så der opnås hurtigere detektering.

## 4.1.4 Detektering af ubalance i netfasen

Drift under alvorlig ubalance på netforsyningen reducerer motorens levetid. Forholdene betragtes som alvorlige, hvis motoren kontinuerligt kører tæt på nominel belastning. Fabriksindstillingen tripper frekvensomformerer i tilfælde af ubalance i netforsyningen (14-12 *Funktion ved netubalance*).

## 4.1.5 Kobling på udgangen

Det er tilladt at tilføje kobling på udgangen mellem motor og frekvensomformer. Der kan opstå fejlmeddelelser. Aktivér flying start for at fange en roterende motor.

## 4.1.6 Overbelastningsbeskyttelse

**Momentgrænse**

Momentgrænsefunktionen i motoren beskytter mod overbelastning uafhængigt af hastigheden. Momentgrænsen styres i 4-16 *Momentgrænse for motordrift* og/eller 4-17 *Momentgrænse for generatordrift*, og det tidsrum, der går, før momentgrænseadvarslen tripper, styres i 14-25 *Trip-forsinkelse ved momenegrænse*.

**Strømgrænse**

Strømgrænsen styres i 4-18 *Strømgrænse*, og det tidsrum, der går, før frekvensomformerer tripper, styres i 14-24 *Tripfors. ved strømgrænse*.

**Hastighedsgrænse**

Min. hastighedsgrænse: 4-11 *Motorhastighed, lav grænse [O/MIN]* eller 4-12 *Motorhastighed, lav grænse [Hz]* begrænser det funktionelle hastighedsområde til f.eks. et område mellem 30 og 50/60 Hz.

Maks. hastighedsgrænse: 4-13 *Motorhastighed, høj grænse [O/MIN]* eller 4-19 *Maks. udgangsfrekvens* begrænser den maks. udgangshastighed, som frekvensomformerer kan yde.

**ETR**

ETR er en elektronisk funktion, der simulerer et bimetalrelæ på basis af interne målinger. ETR-karakteristika er vist i *Illustration 4.1*.

**Spændingsgrænse**

Vekselretteren slukkes for at beskytte transistorerne og kondensatorerne på mellemkredsene, når der nås et vist indkodet spændingsniveau.

**Overtemperatur**

Frekvensomformerer har indbyggede temperaturfølere og reagerer straks på kritiske værdier via indkodede grænser.

## 4.1.7 Låst rotorbeskyttelse

Der kan være situationer, hvor rotoren er låst på grund af for stor belastning eller andre faktorer (leje eller applikation skaber en situation med låst rotor). Dette medfører overophedning af motorviklingerne (fri bevægelse af rotoren er nødvendigt for korrekt køling). Frekvensomformerer er i stand til at registrere en situation med låst rotor med PM flux-styring, åben sløjfe, og PM VVC<sup>plus</sup>-styring (30-22 *Locked Rotor Protection*).

## 4.1.8 Automatisk derating

Frekvensomformerer undersøger hele tiden, om der er kritiske niveauer:

- Kritisk høj temperatur på styrekortet eller kølepladen
- Høj motorbelastning
- Høj DC-link-spænding
- Lav motorhastighed

Som respons på et kritisk niveau kan frekvensomformerer justere switchfrekvensen. Ved kritisk høje interne temperaturer og lav motorhastighed kan frekvensomformerer også tvinge PWM-mønstret til SFAVM.

**BEMÆRK!**

Den automatiske derating er anderledes, når 14-55 *Udgangsfiltre* er indstillet til [2] *Sinusbølgefilter fast*.



#### 4.1.9 Automatisk energioptimering

Automatisk energioptimering (AEO) får frekvensomformereren til kontinuerligt at overvåge belastningen på motoren og justere udgangsspændingen for at maksimere virkningsgrad. Ved let belastning reduceres spændingen og motorstrømmen minimeres. Motoren drager nytte af den øgede virkningsgrad, reduceret opvarmning, og mere støjsvag drift. Der er ikke behov for at vælge en V/Hz-kurve, da frekvensomformereren automatisk justerer motorspændingen.

##### 4.1.10 Automatisk switchfrekvensmodulering

Frekvensomformereren genererer korte elektriske pulser, så der skabes et AC-bølgemønster. Bærefrekvensen er hastigheden af disse pulser. En lav bærefrekvens (langsom pulshastighed) forårsager støj i motoren, hvilket betyder, at en højere bærefrekvens er at foretrække. En høj bærefrekvens genererer dog varme i frekvensomformereren, hvilket kan begrænse mængden af strøm, som er tilgængelig for motoren. Brugen af IGBT'ere (Isolated Gate Bipolar Transistors) indebærer kobling med særlig høj hastighed.

Automatisk switchfrekvensmodulering regulerer disse forhold automatisk for at opnå den højeste bærefrekvens uden overophedning af frekvensomformereren. Når der leveres reguleret høj bærefrekvens, dæmpes motorens driftsstøj ved langsomme hastigheder, når styring af hørbar støj er kritisk og medfører fuld udgangsstrøm til motoren, når det kræves.

##### 4.1.11 Automatisk derating for høj bærefrekvens

Frekvensomformereren er beregnet til kontinuerlig drift ved fuld belastning ved bærefrekvenser mellem 3,0 og 4,5 kHz. En bærefrekvens højere end 4,5 kHz genererer øget varme i frekvensomformereren og kræver, at udgangsstrømmen derates.

En automatisk funktion i frekvensomformereren er styring af belastningsafhængig bærefrekvens. Denne funktion tillader, at motoren drager nytte af så høj en bærefrekvens, som belastningen tillader.

#### 4.1.12 Effektuudsving i ydeevne

Frekvensomformereren kan modstå udsving i netforsyningen, så som transienter, forbigående udfald, korte spændingstab og spændingsbølger. Frekvensomformereren kompenserer automatisk for indgangsspændinger  $\pm 10\%$  fra den nominelle, så der opnås fuld nominel motorspænding og moment. Når auto-genstart er valgt, starter frekvensomformereren automatisk op efter et spændingstrip. Med flying start synkroniserer frekvensomformereren til motorens omdrejningsretning før start.

#### 4.1.13 Resonansdæmpning

Højfrekvent resonansstøj i motoren kan elimineres ved hjælp af resonansdæmpning. Det er muligt at vælge frekvensdæmpning automatisk eller manuelt.

#### 4.1.14 Temperaturkontrollerede ventilatorer

De interne køleventilatorer er temperaturstyrede af følere i frekvensomformereren. En køleventilator kører ofte ikke under drift med lav belastning, eller når den er i sleep mode eller standby-tilstand. Dette reducerer støj, øger virkningsgraden og forlænger ventilatorens driftslevetid.

#### 4.1.15 EMC-overensstemmelse

Elektromagnetisk forstyrrelse (EMI) eller radiofrekvensforstyrrelse (RFI, i tilfælde af radiofrekvens) er forstyrrelser, som kan påvirke et elektrisk kredsløb pga. elektromagnetisk induktion eller stråling fra en ekstern kilde. Frekvensomformereren er konstrueret til at overholde EMC-produktstandarden for frekvensomformere IEC 61800-3 såvel som europæisk standard EN 55011. For at overholde emissionsniveauerne i EN 55011 skal motorkablet være skærmet og korrekt afsluttet. For flere oplysninger om EMC-ydeevne se *kapitel 5.2.1 EMC-testresultater*.

#### 4.1.16 Galvanisk adskillelse af styreklemmer

Alle styreklemmer og udgangsrelæklemmer er galvanisk adskilt fra netforsyningen. Dette betyder, at styreenhedens kredsløb er helt beskyttet mod indgangsstrøm. Udgangsrelæklemmerne kræver deres egen jording. Denne adskillelse overholder de strenge beskyttende krav for ekstra lav spænding (PELV) til isolering.

De komponenter, der udgør den galvaniske adskillelse, er

- Strømforsyning, inkl. signalisering.
- Gate drive, som kører IGBT'erne (triggertransformere/optokoblere).
- Udgangsstrømmen, Hall-effekt transducere.

## 4.2 Tilpassede applikationsfunktioner

Disse er de mest almindelige funktioner programmeret til brug i frekvensomformereren for at opnå bedre systemydelse. De kræver kun mindre programmering eller opsætning. Forståelse for, at disse funktioner er tilgængelige, kan optimere et systemdesign og muligvis undgå, at der introduceres redundante komponenter eller funktionalitet. Se den produktrelevante *Programming Guide*, der indeholder instruktioner om, hvordan disse funktioner aktiveres.

### 4.2.1 Automatisk motortilpasning

Automatisk motortilpasning (AMA) er en testprocedure, der anvendes til at måle motorens elektriske karakteristika. AMA giver en nøjagtig elektronisk model af motoren. Det giver frekvensomformereren mulighed for at beregne optimal ydeevne og virkningsgrad med motoren. Kørsel af AMA-proceduren maksimerer også frekvensomformerens automatiske energioptimeringsfunktion. AMA udføres, uden at motoren roterer, og uden at belastningen fra motoren frakobles.

### 4.2.2 Termisk motorbeskyttelse

Termisk motorbeskyttelse kan opnås på tre måder:

- Via direkte temperaturføling, via én af følgende
  - PTC- eller KTY-føler i motorviklingerne og forbundet på en standard AI eller DI
  - PT100 eller PT1000 i motorviklingerne og motorlejer, tilsluttet på følerindgangskort MCB 114
  - PTC-termistorindgang på PTC-termistorkort MCB 112 (ATEX godkendt)
- Mekanisk termisk kontakt (Klixon-type) på en DI
- Via det indbyggede elektroniske termorelæ (ETR).

ETR beregner motortemperaturen ved at måle strøm, frekvens og driftstid. Frekvensomformereren viser den termiske belastning på motoren i procent og kan afgive en advarsel ved et programmerbart overbelastningssætpunkt. Programmerbare optioner ved overbelastningen gør det muligt for frekvensomformereren at stoppe motoren, reducere udgangsstrømmen, eller ignorere tilstanden. Selv ved lave hastigheder overholder frekvensomformereren standarder beskrevet i I2t Class 20 vedrørende elektronisk overbelastning af motor.

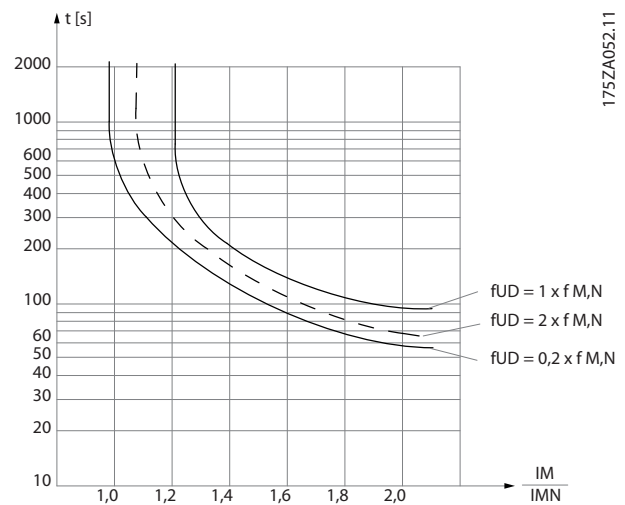


Illustration 4.1 ETR-karakteristika

X-aksen viser forholdet mellem  $I_{\text{motor}}$  og  $I_{\text{motor}}$  nominel. Y-aksen viser tidsrummet i sekunder, inden ETR kobler ud og tripper frekvensomformereren. Kurverne viser den karakteristiske nominelle hastighed ved den dobbelte nominelle hastighed og ved 0,2 x den nominelle hastighed.

Ved lavere hastighed kobler ETR ud ved en lavere temperatur på grund af mindre køling af motoren. Dette forhindrer, at motoren overophedes selv ved lave hastigheder. Funktionen ETR beregner motortemperaturen på basis af den faktiske strøm og hastighed. Den udregnede temperatur kan ses som en udlæsningsparameter i 16-18 *Termisk motorbelastning*.

En særlig version af ETR er også tilgængelig for EX-e motorer i ATEX-områder. Denne funktion gør det muligt at indtaste en specifik kurve til beskyttelse af EX-e motoren. *Programming Guide* fører brugeren igennem opsætningen.

### 4.2.3 Netudfald

I tilfælde af netudfald fortsætter frekvensomformereren, indtil mellemkredsspændingen kommer ned under mindste stopniveau, hvilket typisk er 15 % under frekvensomformerens laveste nominelle forsyningsspænding. Netspændingen før afbrydelsen bestemmer sammen med motorbelastningen, hvor længe der skal gå, før frekvensomformereren friløber.

Frekvensomformereren kan konfigureres (14-10 *Netfej*) til forskellige typer adfærd under netudfald, f.eks.

- Triplås når DC-link er brugt.
- Friløb med flying start, når netforsyningen vender tilbage (1-73 *Indkobling på roterende motor*).
- Kinetisk backup.
- Kontrolleret nedramping.

#### Flying start

Dette valg gør det muligt at fange en motor, som roterer frit som følge af netudfald. Denne option er meget relevant for centrifuger og ventilatorer.

#### Kinetisk backup

Dette valg sikrer, at frekvensomformerer følger, så længe der er energi i systemet. Ved korte netudfald gendannes driften, når netforsyningen vender tilbage, uden at applikationen bringes til et stop eller styringen mistes på noget tidspunkt. Flere udgaver af kinetisk backup kan vælges.

Frekvensomformerens adfærd ved netudfald kan konfigureres i *14-10 Netfejl* og *1-73 Indkobling på roterende motor*.

#### 4.2.4 Indbygget PID-styreenhed

Den indbyggede proportionelle, integrerede, afledte (PID) styreenhed er tilgængelig, hvormed behovet for ekstra styringsapparater fjernes. PID-styreenheden opretholder konstant styring af systemer med lukket sløjfe, hvor reguleret tryk, flow, temperatur andre systemkrav skal opretholdes. Frekvensomformerer kan yde uafhængig styring af motorhastighed som reaktion på feedback-signaler fra fjernbetjente følere.

Frekvensomformerer har plads til to feedbacksignaler fra to forskellige apparater. Denne funktion giver mulighed for at regulere et system med forskellige feedbackkrav. Frekvensomformerer træffer styringsbeslutninger ved at sammenligne de to signaler, så systemydeevnen optimeres.

#### 4.2.5 Automatisk genstart

Frekvensomformerer kan programmeres til automatisk at genstart motoren efter en mindre trip, som f.eks. aktuelle effekttab eller udsving. Denne funktion fjerner behovet for manuel nulstilling og øger automatiseret drift af fjernbetjente styrede systemer. Antallet af genstartsforsøg samt varigheden mellem dem kan begrænses.

#### 4.2.6 Flying start

Flying start giver frekvensomformerer mulighed for at synkronisere med en kørende motor, der roterer ved op til fuld hastighed i enhver retning. Dette forhindrer trip på grund af overstrømstræk. Det minimerer mekanisk stres på systemet, da motoren ikke modtager pludselige ændringer i hastighed, når frekvensomformerer starter.

#### 4.2.7 Fuldt moment ved reduceret hastighed

Frekvensomformerer følger en variabel V/Hz-kurve for at kunne give fuld motormoment selv ved reducerede hastigheder. Fuld udgangsmoment kan falde sammen med den maksimalt designede driftshastighed af motoren. Dette er forskelligt fra omformere med variabelt moment, der giver reduceret motormoment ved lav hastighed, eller omformere med konstant moment, der giver overskydende spænding, varme og motorstøj ved mindre end fuld hastighed.

#### 4.2.8 Frekvens-bypass

I nogle applikationer kan systemet have driftshastigheder, der skaber mekanisk resonans. Dette kan generere for meget støj og muligvis skade mekaniske komponenter i systemet. Frekvensomformerer har fire programmerbare bypass-frekvens-båndbredder. Disse tillader, at motoren går over hastigheder, der forårsager systemresonans.

#### 4.2.9 Motorforvarmer

For at forvarme en motor i kolde eller våde miljøer kan en lille mængde jævnstrøm sive kontinuerligt ind i motoren for at beskytte den mod kondensdannelse og kold start. Dette kan fjerne behovet for en rumopvarmer.

#### 4.2.10 Fire programmerbare opsætninger

Frekvensomformerer har fire opsætninger, som kan programmeres individuelt. Med multiopsætning er det muligt at skifte mellem individuelt programmerede funktioner, der aktiveres af digitale indgange eller en seriel kommando. Individuelle opsætninger bruges f.eks. til at ændre referencer, eller til dag-/nat- eller sommer-/vinterdrift, eller til at styre flere motorer. Aktivt setup vises i LCP'et.

Opsætningsdata kan kopieres fra frekvensomformerer til frekvensomformerer via download af oplysningerne fra det aftagelige LCP.

### 4.2.11 Dynamisk bremsning

Dynamisk bremse etableres ved:

- **Modstandsbremse**  
En bremse-IGBT holder overspændingen under en vis grænse ved at dirigere bremseenergien fra motoren til den tilsluttede bremsemodstand (2-10 *Bremsefunktion* = [1]).
- **AC-bremse**  
Bremseenergien distribueres i motoren ved at ændre betingelserne for tab i motoren. AC-bremsefunktionen kan ikke bruges i applikationer med høj slutte- og brydefrekvens, da dette overopheder motoren (2-10 *Bremsefunktion* = [2]).
- **DC-bremse**  
En overmoduleret DC-strøm, der tilføres AC-strømmen, fungerer som en hvirvelstrømsbremse (2-02 *DC-bremseholdetid* ≠ 0 sek).

### 4.2.12 Mekanisk bremsestyring, åben sløjfe

Parametre til styring af driften af en elektromagnetisk (mekanisk) bremse. Dette kræves typisk i hæve-/sænkeapplikationer. For at styre en mekanisk bremse er det nødvendigt med en relæudgang (relæ 01 eller relæ 02) eller en programmeret digital udgang (klemme 27 eller 29). Denne udgang skal som regel være lukket i perioder, hvor frekvensomformereren ikke kan "holde" motoren, f.eks. pga. en for stor belastning. I 5-40 *Funktionsrelæ*, 5-30 *Klemme 27, digital udgang* eller 5-31 *Klemme 29, digital udgang* vælges [32] *Mekanisk bremsestyring* for applikationer med en elektromagnetisk bremse. Når [32] *Mekanisk bremsestyring* vælges, er den mekaniske bremse lukket fra start, og indtil udgangsstrømmen er over det niveau, der er valgt i 2-20 *Bremsefrigørelsesstrøm*. Under en standsning aktiveres den mekaniske bremse, når hastigheden er under det niveau, der er angivet i 2-21 *Bremseaktiveringshast.* [O/MIN]. Hvis frekvensomformereren går i alarmtilstand, en overstrømssituation eller en overspændingssituation, indkobler den mekaniske bremse øjeblikkeligt. Dette er også tilfældet i forbindelse med Safe Torque Off.

#### **BEMÆRK!**

Beskyttelsestilstands- og tripforsinkelsesfunktioner (14-25 *Trip-forsinkelse ved momenegrænse* og 14-26 *Tripforsinkelse ved vekselretterfejl*) kan forsinke aktiveringen af den mekaniske bremse i en alarmtilstand. Disse funktioner skal deaktiveres i hæve-/sænkeapplikationer.

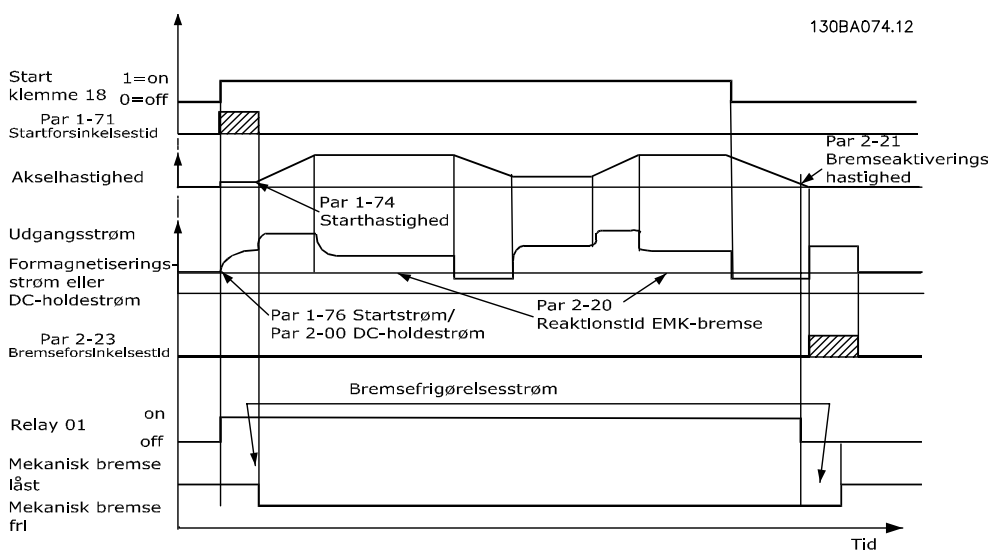


Illustration 4.2 Mekanisk bremse

## 4.2.13 Mekanisk bremsestyring, lukket sløjfe / mekanisk hæve-/sænkebremse

Den mekaniske hæve-/sænkebremsestyring understøtter følgende funktioner:

- To kanaler til mekanisk bremsefeedback for yderligere beskyttelse mod utilsigtet adfærd som følge af et ødelagt kabel.
- Overvågning af mekanisk bremsefeedback under den komplette cyklus. Dette hjælper med til at beskytte den mekaniske bremse - især hvis flere frekvensomformere er forbundet til den samme aksel.
- Ingen rampe op før feedback bekræfter, at den mekaniske bremse er åben.
- Forbedret belastningsstyring ved stop. Hvis 2-23 *Bremseaktiveringsforsinkelse* er indstillet for kort, aktiveres W22, og momentet får ikke lov til at rampe ned.
- Overgangen, hvor motoren overtager belastningen fra bremsen, kan konfigureres. 2-28 *Boost-faktorforst.* kan øges for at minimere bevægelse. Ønskes en meget jævn overgang, ændres indstillingen fra hastighedsstyring til positionsstyring under overgangen.
  - Indstil 2-28 *Boost-faktorforst.* til 0 for at aktivere positionsstyring under 2-25 *Bremsefrigørelsestid*. Dette aktiverer parametrene 2-30 *Position P Start Proportional Gain* til 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time*, som er PID-parametre til positionsstyring.

4

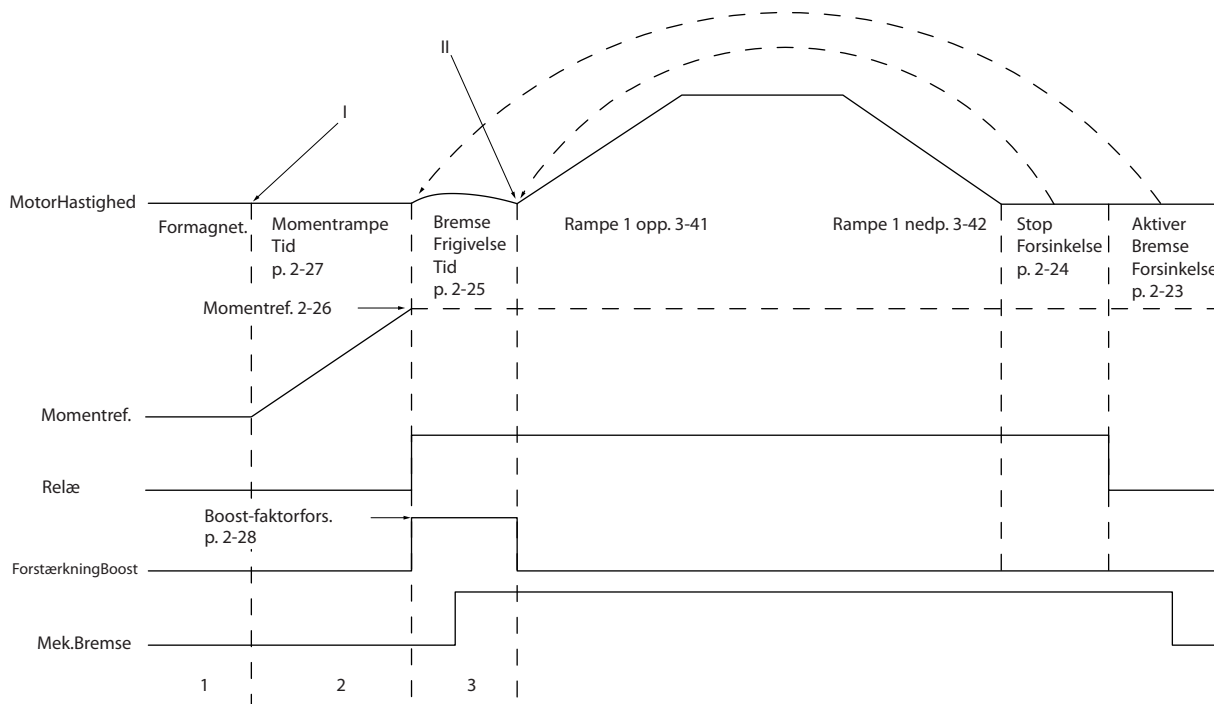


Illustration 4.3 Bremsefrigørelsessekvens for den mekaniske hæve-/sænkebremsestyring. Denne bremsestyring er kun tilgængelig i FLUX med motorfeedback og tilgængelig for asynkrone og ikke-udprægede PM-motorer.

2-26 *Moment-reference* til 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time* er kun tilgængelige for den mekaniske hæve-/sænkebremsestyring (FLUX med motorfeedback). 2-30 *Position P Start Proportional Gain* to 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time* kan indstilles til meget jævn overgang fra hastighedsstyring til positionsstyring under 2-25 *Bremsefrigørelsestid* - tiden fra belastningen overføres fra den mekaniske bremse til frekvensomformeren.

2-30 *Position P Start Proportional Gain* til 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time* er aktiverede, når 2-28 *Boost-faktorforst.* er indstillet til 0. Se *Illustration 4.3* for yderligere oplysninger.

**BEMÆRK!**

Se *kapitel 10 Applikationseksempler* for et eksempel på avanceret mekanisk bremsestyring til hæve-/sænkeapplikationer.

4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) er en sekvens af brugerdefinerede handlinger (se 13-52 *SL styreenh.-handling [x]*), som afvikles af SLC, når den tilknyttede brugerdefinerede *hændelse* (se 13-51 *SL styreenhed.-hændelse [x]*) evalueres som SAND af SLC.

Betingelsen for en hændelse kan være en særlig status, eller at resultatet af en logisk regel eller en sammenligneroberand bliver SAND. Dette medfører en tilknyttet handling som vist i *Illustration 4.4*.

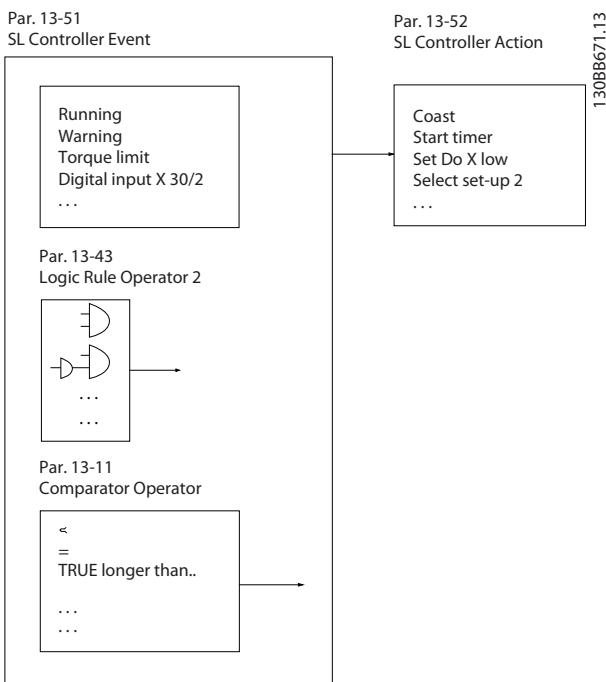


Illustration 4.4 SCL hændelse og handling

Hver handling og hændelse nummereres og sammenkædes i par (tilstande). Dette betyder, at når *hændelse [0]* opfyldes (opnår værdien SAND), udføres *handling [0]*. Derefter vil betingelserne for *hændelse [1]* blive evalueret, og hvis de evalueres som SANDE, vil *handling [1]* blive udført osv. Der evalueres kun én *hændelse* ad gangen. Hvis en *hændelse* evalueres som FALSK, sker der ingenting (i SLC) i løbet af det aktuelle scanningsinterval, og der evalueres ingen andre *hændelser*. Dette betyder, at SLC ved start evaluerer *hændelse [0]* (og kun *hændelse [0]*) ved hvert scanningsinterval. Først når *hændelse [0]* evalueres som SAND, udfører SLC *handling [0]* og påbegynder evalueringen af *hændelse [1]*. Der kan programmeres 1 til 20 *hændelser* og *handling*er.

Når den sidste *hændelse/handling* er blevet afviklet, vil sekvensen begynde forfra fra *hændelse [0]/handling [0]*. *Illustration 4.5* viser et eksempel med fire hændelser/handlinger:

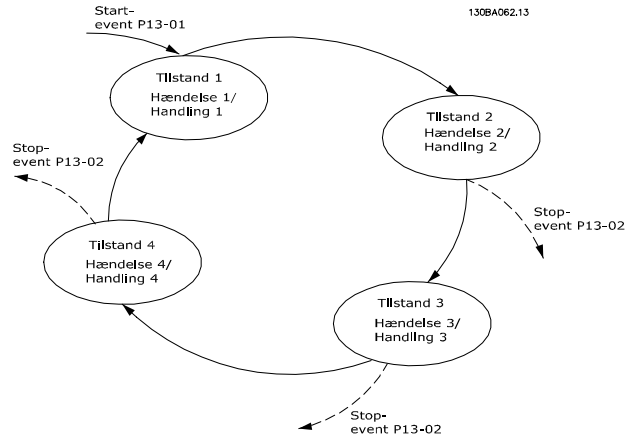


Illustration 4.5 Udførelsens rækkefølge, når fire hændelser/handlinger programmeres

**Sammenlignere**

Sammenlignere bruges til sammenligning af kontinuerlige variable (dvs. udgangsfrekvens, udgangsstrøm, analog indgang osv.) med faste preset-værdier.

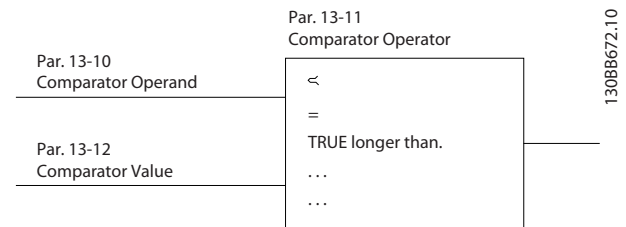


Illustration 4.6 Sammenlignere

**Logiske regler**

Kombinerer op til tre booleske indgange (SAND-/FALSK-indgange) fra timere, sammenlignere, digitale indgange, status-bits og hændelser ved hjælp af de logiske operatører OG, ELLER og IKKE.

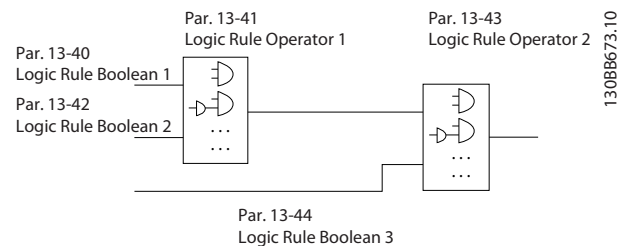


Illustration 4.7 Logiske regler

### 4.2.15 Safe Torque Off

For oplysninger om Safe Torque Off, se *VLT® FC Series Safe Torque Off betjeningsvejledning*.

## 4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®

Danfoss VLT® FlexConcept® er en energibesparende, fleksibel og omkostningseffektiv frekvensomformerløsning, hovedsagligt til transportbånd. Konceptet består af VLT® OneGearDrive® drevet af VLT® AutomationDrive FC 302 eller VLT® Decentral Drive FCD 302.

OneGearDrive er grundlæggende en permanent magnetmotor med et konisk gear. Det koniske gear kan leveres med forskellige gearudvekslingsforhold.

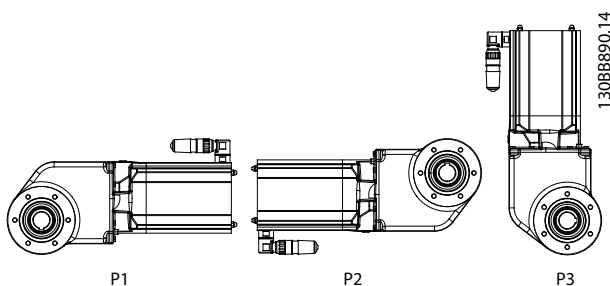


Illustration 4.8 OneGearDrive

OneGearDrive kan drives af VLT® AutomationDrive FC 302 og VLT® Decentral Drive FCD 302 i følgende effektstørrelser afhængigt af behovene i den faktiske applikation:

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Når [1] PM, ikke-udpræg. SPM er valgt i i enten FC 302 eller FCD 302, kan OneGearDrive vælges i 1-11 Motorproducent, og de anbefalede parametre indstilles automatisk.

For yderligere oplysninger, se *VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 Programming Guide*, *VLT® OneGearDrive Selection Guide*, og [www.danfoss.com/BusinessAreas/Drives-Solutions/VLTFlexConcept/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/Drives-Solutions/VLTFlexConcept/)

## 5 Systemintegration

### 5.1 Omgivende driftsforhold

#### 5.1.1 Luftfugtighed

Selv om frekvensomformeren kan fungere korrekt ved høj luftfugtighed (op til 95 % relativ luftfugtighed), skal kondensdannelse altid undgås. Der er særlig stor risiko for kondensdannelse, når frekvensomformeren er koldere end fugtig omgivelsesluft. Fugten i luften kan også kondensere på de elektroniske komponenter og forårsage kortslutninger. Kondensdannelse opstår ved apparater uden effekt. Det er tilrådeligt at installere en kabinetvarmer, hvor der er mulighed for kondensdannelse pga. omgivelsesforholdene. Undgå montering i områder, som udsættes for frost.

Alternativt kan drift af frekvensomformeren i standbytilstand (med apparatet tilsluttet netforsyningen) reducere risikoen for kondensdannelse. Sørg dog for, at effekttabet er tilstrækkeligt til at holde frekvensomformerens kredsløb fri for fugt.

#### 5.1.2 Temperatur

Grænseværdierne for maksimum og minimum omgivelsestemperatur er angivet for alle frekvensomformere. Hvis ekstreme omgivelsestemperaturer undgås, forlænges udstyrets levetid, og hele systemets pålidelighed optimeres. Følg anbefalingerne anført for maksimum ydeevne og udstyrets levetid.

- Selvom omformere kan fungere ved temperaturer ned til -10 °C, garanteres korrekt drift ved nominel belastning kun ved temperaturer på 0 °C eller mere.
- Maksimumgrænsen for temperatur må ikke overstiges.
- Levetiden for elektroniske komponenter falder med 50 % for hver 10 °C, når den benyttes over den temperatur, som den er beregnet til.
- Selv apparater i beskyttelsesklasserne IP54, IP55 eller IP66 skal bruges inden for de angivne omgivelsestemperaturer.
- Yderligere luftkonditionering af kabinet eller monteringssted kan være nødvendig.

#### 5.1.3 Temperatur og køling

Frekvensomformerne har indbyggede ventilatorer, der sikrer optimal køling. Hovedventilatoren tvinger luftstrømmen langs kølefinerne på kølepladen, hvilket sikrer en køling af den interne luft. Nogle effektstørrelser har en lille sekundær ventilator tæt på styrekortet, hvilket sikrer, at den interne luft cirkuleres, således at varme områder undgås. Hovedventilatoren styres af frekvensomformerens interne temperatur, og hastigheden øges gradvist med temperaturen, hvilket reducerer støj og energiforbrug når, behovet er minimalt, og sikrer derved maksimal køling efter behov. Ventilatorstyring kan tilpasses via *14-52 Ventilatorstyring*, for at imødekomme enhver applikation, og for at beskytte mod negative effekter af køling i meget kolde klimaer. I tilfælde af overtemperatur i frekvensomformeren, derater den switchfrekvensen og – mønster. Se *kapitel 5.1.4 Manuel derating* for yderligere oplysninger.

Grænseværdierne for maksimum og minimum omgivelsestemperatur er angivet for alle frekvensomformere. Hvis ekstreme omgivelsestemperaturer undgås, forlænges udstyrets levetid, og hele systemets pålidelighed optimeres. Følg anbefalingerne anført for maksimum ydeevne og udstyrets levetid.

- Selvom frekvensomformere kan fungere ved temperaturer ned til -10 °C, garanteres korrekt drift ved nominel belastning kun ved temperaturer på 0 °C eller mere.
- Maksimumgrænsen for temperatur må ikke overstiges.
- Den maksimale gennemsnitlige 24-timers temperatur må ikke overstiges. (Den 24-timers gennemsnitlige temperatur er den maksimale omgivelsestemperatur minus 5 °C. Eksempel: maks. temperatur er 50°C, maksimal 24-timers gns. temperatur er 45 °C).
- Overhold de højeste og laveste minimumskrav til mindsteafstande (*kapitel 8.2.1.1 Mindsteafstand*).
- Som tommelfingerregel aftager de elektroniske komponenters levetid med 50 % for hver 10 °C, når den anvendes over den beregnede temperatur.
- Selv apparater i høje beskyttelsesklasser skal følge de angivne omgivelsestemperaturer.
- Yderligere luftkonditionering af kabinet eller monteringssted kan være nødvendig.



## 5.1.4 Manuel derating

Derating bør overvejes, når en hvilken som helst af følgende tilstande er til stede.

- Drift over 1.000 m (lavt lufttryk)
- Drift med lav hastighed
- Lange motorkabler
- Kabler med stort kabeltværsnit
- Høj omgivelsestemperatur

Yderligere oplysninger findes i *kapitel 6.2.6 Derating for omgivelsestemperatur*.

### 5.1.4.1 Derating for kørsel ved lav hastighed

Når en motor er tilsluttet en frekvensomformer, er det nødvendigt at kontrollere, at der er tilstrækkelig køling til motoren.

Varmeniveauet afhænger af belastningen på motoren samt af driftshastighed og -tid.

#### Applikationer med konstant moment (CT-tilstand)

Der kan opstå et problem ved lave O/MIN-værdier i applikationer med konstant moment. I en applikation med konstant moment kan en motor blive overophedet ved lave hastigheder pga. mindre køleluft fra motorens indbyggede ventilator.

Hvis motoren kører kontinuerligt ved en O/MIN-værdi, der er lavere end halvdelen af den nominelle værdi, skal den derfor forsynes med ekstra luftkøling (eller der kan anvendes en motor, der er bygget til denne type drift).

Alternativt kan motorens belastningsniveau reduceres ved at vælge en større motor. Konstruktionen af frekvensomformeren begrænser imidlertid motorstørrelsen.

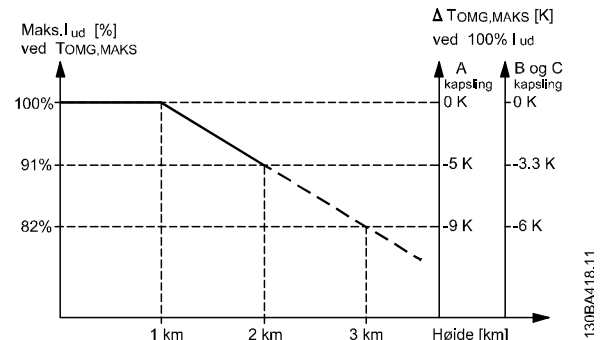
#### Applikationer med variabelt (kvadratisk) moment (VT)

I VT-applikationer som centrifugalpumper og ventilatorer, hvor momentet er proportionelt med anden potens af hastigheden, og effekten er proportionel med tredje potens af hastigheden, er der ikke behov for ekstra køling eller derating af motoren.

## 5.1.4.2 Derating for lavt lufttryk

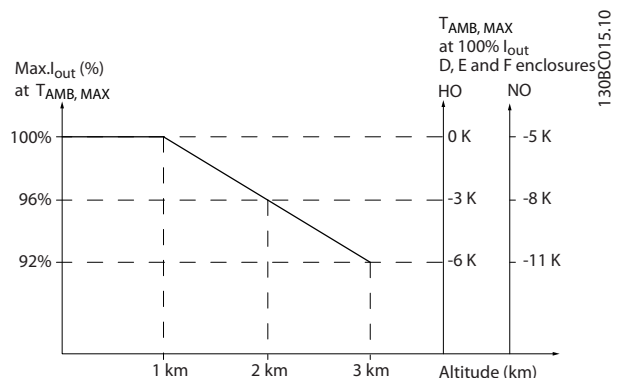
Når lufttrykket falder, mindskes luftens køleevne.

Ved højder under 1.000 m er derating ikke nødvendig, men over 1.000 m skal omgivelsestemperaturen ( $T_{OMG}$ ) eller den maksimale udgangsstrøm ( $I_{ud}$ ) derates i henhold til *Illustration 5.1*.



**Illustration 5.1 Derating af udgangsstrøm vs. højde ved  $T_{OMG,MAKS}$  for kapslingsstørrelser A, B og C. Ved højder over 2.000 m, kontakt Danfoss vedrørende PELV.**

Alternativt kan omgivelsestemperaturen derates i store højder, hvilket sikrer 100 % udgangsstrøm i store højder. Som et eksempel på, hvordan grafen skal læses, uddybes eksemplet ved 2.000 m for en kapslingstype B med  $T_{OMG,MAKS} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ved en temperatur på  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_{OMG,MAKS} - 3,3\text{ K}$ ) er 91 % af den nominelle udgangsstrøm tilgængelig. Ved en temperatur på  $41,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  er 100 % af den nominelle udgangsstrøm tilgængelig.



**Illustration 5.2 Derating af udgangsstrøm vs. højde ved  $T_{AMB,MAX}$  for kapslingstype D3h.**

## 5.1.5 Akustisk støj

Akustisk støj fra frekvensomformeren kommer fra tre kilder:

- DC-link (mellemkreds) spoler
- Drosselspole for RFI-filter
- Interne ventilatorer

Se *kapitel 6.2.9 Akustisk støj* vedrørende klassificering af akustisk støj.

# 5

## 5.1.6 Vibrationer og rystelser

Frekvensomformeren er afprøvet i henhold til en procedure, der er baseret på IEC 68-2-6/34/35 og 36. Disse tests udsætter apparatet for 0,7 g kræfter, over området 18 til 1.000 Hz vilkårlig, i 3 retninger i 2 timer. Alle Danfoss frekvensomformere overholder krav, der svarer til disse forhold, når apparatet er monteret på væg eller gulv, samt ved montering i tavler, der er boltet fast til vægge eller gulve.

## 5.1.7 Aggressive atmosfærer

### 5.1.7.1 Gasser

Aggressive gasser, som f.eks. svovlbrinte, klor eller ammoniak, kan beskadige elektriske og mekaniske komponenter i frekvensomformeren. Forurening af køleluften kan også forårsage gradvis nedbrydning af PCB-spor og dørpakninger. Aggressive forureningsstoffer er ofte til stede i spildevandsanlæg eller svømmehaller. Et tydeligt tegn på en aggressiv atmosfære er korroderet kobber.

I aggressive atmosfærer anbefales det at anvende begrænsede IP-kapslinger sammen med konform-coatede printplader. Se *Tabel 5.1* for konform-coatede værdier.

### **BEMÆRK!**

Frekvensomformeren leveres som standard med klasse 3C2-coating. Ved anmodning er 3C3-coating også tilgængelig.

Gastype	Enhed	Klasse					
		3C1		3C2		3C3	
			Gennemsnitlig værdi	Maks. værdi		Gennemsnitlig værdi	Maks. værdi
Havsalt	n/a	Ingen	Salttåge		Salttåge		
Svovloxider	mg/m <sup>3</sup>	0,1	0,3	1,0	5,0	10	
Svovlbrinte	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	3,0	10	
Klor	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0	
Saltsyre	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0	
Flussyre	mg/m <sup>3</sup>	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0	
Ammoniak	mg/m <sup>3</sup>	0,3	1,0	3,0	10	35	
Ozon	mg/m <sup>3</sup>	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3	
Kvælstof	mg/m <sup>3</sup>	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0	

**Tabel 5.1 Konform-coating, klassificeringer**

Maksimumværdier er værdier for forbigående stigninger, som ikke overstiger 30 minutter pr. dag.

### 5.1.7.2 Støveksponering

Installation af frekvensomformere i miljøer med stor støveksponering er ofte uundgåeligt. Støv påvirker væg- eller kapslingsmonterede apparater med IP55 eller IP66 beskyttelsesklassificering, såvel som kabinetmonterede apparater med IP21 eller IP20 beskyttelsesklassificering. De tre aspekter, der beskrives nedenfor, skal tages med i overvejelserne, når frekvensomformere installeres i sådanne miljøer.

#### Reduceret køling

Støv danner aflejringer på overfladen af og inde i apparatet på printplader og elektroniske komponenter. Disse aflejringer fungerer som isolerende lag og hæmmer varmeoverførelsen til omgivelsesluften, idet kølekapaciteten reduceres. Komponenterne bliver varmere. Dette medfører accelereret aldring af de elektroniske komponenter, og apparatets levetid reduceres. Støvaflejringer på kølepladen på bagsiden af apparatet reducerer også apparatets levetid.

#### Køleventilatorer

Luftgennemstrømningen til køling af apparatet skabes af køleventilatorer, som normalt er placeret på bagsiden af apparatet. Ventilatorhjulene har små lejer, hvorigennem støv kan trænge ind og har slibende effekt. Dette medfører lejeskader og ventilatorfejl.

#### Filtre

Stærkstrømsfrekvensomformere er udstyret med køleventilatorer, som blæser varm luft ud af apparatet. Ventilatorer over en vis størrelse er udstyret med filtermætter. Disse filtre kan hurtigt blive tilstoppede, når de anvendes i meget støvede miljøer. Forebyggende forholdsregler er nødvendige under disse forhold.

#### Periodisk vedligeholdelse

Under forholdene, som er beskrevet ovenfor, er det tilrådeligt at rengøre frekvensomformeren under periodisk vedligeholdelse. Fjern støvet fra kølepladen og ventilatorer, og rengør filtermætterne.

### 5.1.7.3 Potentielt eksplosive atmosfærer

Drift af systemer i potentielt eksplosive atmosfærer skal overholde særlige betingelser herfor. EU-direktiv 94/9/EC beskriver drift af elektroniske apparater i potentielt eksplosive atmosfærer.

Motorer, der styres af frekvensomformere i potentielt eksplosive atmosfærer, skal temperaturovervåges ved hjælp af en PTC-temperaturføler. Motorer med antændelsesbeskyttelse i klasse d eller e er godkendt til dette miljø.

- e-klassifikation består i at forhindre enhver forekomst af gnistdannelse. FC 302 med firmware-version V6.3x eller mere er udstyret med en "ATEX ETR termisk overvågnings"-funktion til drift af særligt godkendte Ex-e-motorer. I kombination med et ATEX-godkendt PTC-overvågningsapparat såsom PTC-termistorkort MCB 112 kræver installationen ikke individuel godkendelse fra en godkendende organisation, dvs. der er ikke behov for tilpassede par.
- d klassifikation består i at sikre, at en opstået gnist holdes inden for et beskyttet område. Selvom der ikke kræves godkendelse, er det nødvendigt med særlig ledningsføring og indeslutning.
- d/e-kombination er den mest anvendes i potentielt eksplosive atmosfærer. Selve motoren har antændelsesbeskyttelsesklasse d, mens motorens kabelføring og tilslutningsmiljø er i overensstemmelse med e-klassificeringen. Restriktionen på tilslutningsområdet e består maksimumspændingen, som er tilladt i dette område. En frekvensomformers udgangsspænding er som regel begrænset til netspændingen. Modulering af udgangsspændingen kan generere ikke-tilladt høj spidsspænding for e-klassifikation. I praksis har det vist sig, at brug af sinusfiltre ved frekvensomformerens udgang er en effektiv metode til at dæmpe høj spidsspænding.

#### **BEMÆRK!**

Installer ikke en frekvensomformer i en potentiel eksplosiv atmosfære. Installér frekvensomformeren i et kabinet uden for dette område. Brug af et sinusfilter ved udgangen på frekvensomformeren anbefales ligeledes til at mindske dU/dt-spændingsstigningen og spidsspænding. Hold motorkablerne så korte som muligt.

#### **BEMÆRK!**

VLT® AutomationDrive-apparater med MCB 112-option har PTB-certificeret monitorering med motortermistorføler i potentielt eksplosive atmosfærer. Skærmede motorkabler er ikke nødvendige ved drift af frekvensomformere med sinusudgangsfiltre.

### 5.1.8 Vedligeholdelse

Danfoss frekvensomformermodeller op til 90 kW er vedligeholdelsesfri. Stærkstrømsfrekvensomformere (110 kW-klassificeret eller mere) har indbyggede filtermætter, som kræver periodisk rengøring af operatøren, afhængigt af mængden af støveksponering og forureningsstoffer. Vedligeholdelsesintervaller for køleventilatorer (ca. 3 år) og kondensatorer (ca. 5 år) anbefales i de fleste miljøer.

### 5.1.9 Opbevaring

Som enhver anden form for elektronisk udstyr skal frekvensomformere opbevares tørt. Periodisk formning (kondensatoropladning) er ikke nødvendig ved opbevaring.

Det anbefales at holde udstyret forseglet i dets emballage, indtil installation finder sted.

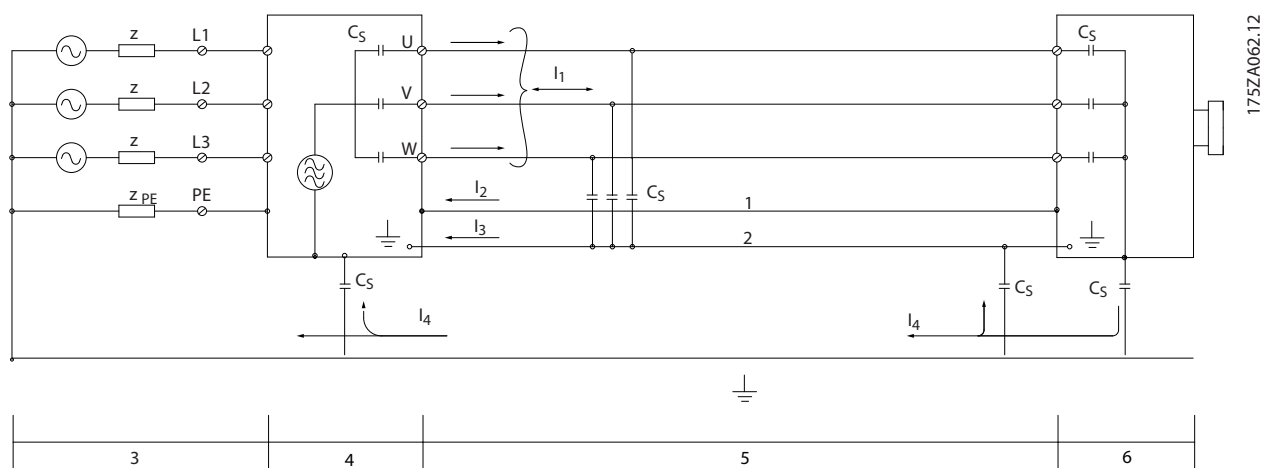
## 5.2 Generelle forhold vedrørende EMC

Elektriske forstyrrelser i frekvensområdet 150 kHz til 30 MHz er normalt kabelbårne. Luftbårne forstyrrelser fra frekvensomformersystemet i området 30 MHz til 1 GHz genereres af vekselretteren, motorkablet og motoren.

Som vist i *Illustration 5.3* vil kapacitans i motorkablet sammen med høj  $dU/dt$  fra motorspændingen generere lækstrømme. Brug af et skærmet motorkabel øger lækstrømmen (se *Illustration 5.3*), fordi skærmede kabler har højere kapacitans til jord end uskærmede kabler. Hvis lækstrømmen ikke filtreres, forårsager det øgede forstyrrelser på netforsyningen i radiofrekvensområdet under ca. 5 MHz. Eftersom lækstrømmen ( $I_1$ ) føres tilbage til apparatet gennem skærmen ( $I_3$ ), er der i princippet kun et lille elektromagnetisk felt ( $I_4$ ) fra det skærmede motorkabel som vist i *Illustration 5.3*.

Skærmen reducerer de udstrålede forstyrrelser, men øger den lavfrekvente forstyrrelse på netforsyningen. Motorkabelskærmen skal monteres på frekvensomformerkapslingen såvel som motorkapslingen. Dette gøres bedst ved at bruge indbyggede skærmbøjler for at undgå snoede skærmender (pigtails). Pigtails øger skærmimpedansen ved højere frekvenser, hvilket reducerer skærmeffekten og øger lækstrømmen ( $I_4$ ).

Når der anvendes et skærmet kabel til relæ, styrekabel, signalinterface og bremse, skal skærmen monteres på kapslingen i begge ender. I nogle situationer er det dog nødvendigt at bryde skærmen for at undgå strømsløjfer.



1	Jordledning	4	Frekvensomformer
2	Skærm	5	Skærmet motorkabel
3	Netspænding	6	Motor

Illustration 5.3 Situation der genererer lækstrøm

Hvis skærmen skal sættes på en monteringsplade til frekvensomformeren, skal monteringspladen være lavet af metal, fordi skærmstrømmene skal føres tilbage til apparatet. Der skal desuden sikres god elektrisk kontakt fra monteringspladen gennem monteringsskrueerne til frekvensomformerens chassis.

Hvis der benyttes uskærmede kabler, overholdes enkelte emissionskrav ikke, skønt de fleste immunitetskrav opfyldes.

For at begrænse forstyrrelsesniveauet fra hele systemet (apparat og installation) skal motor- og bremsekabler gøres så korte som muligt. Undgå at placere følsomme signalkabler langs med motor- og bremsekablerne. Radioforstyrrelser over 50 MHz (luftbårne) genereres især af styreelektronikken.

## 5.2.1 EMC-testresultater

Følgende testresultater er opnået i et system med en frekvensomformer, et skærmet styrekabel, en styreboks med potentiometer samt en motor og et skærmet motorkabel (Ölflex Classic 100 CY) ved nominal switchfrekvens. I Tabel 5.2 er den maksimale motorkabellængde til overensstemmelse angivet.

### **BEMÆRK!**

Forholdene kan ændre sig betydeligt for andre opsætninger.

### **BEMÆRK!**

Se Tabel 9.19 vedrørende parallelle motorkabler.

RFI-filtrertype		Kabelbåret emission			Udstrålet emission		
		Kabellængde [m]					
Standarder og krav	EN 55011/CISPR 11	Klasse B	Klasse A gruppe 1	Klasse A Gruppe 2	Klasse B	Klasse A Gruppe 1	Klasse A Gruppe 2
	EN/IEC 61800-3	Kategori C1	Kategori C2	Kategori C3	Kategori C1	Kategori C2	Kategori C3
<b>H1</b>							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	Nej	Ja	Ja
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	Nej	Ja	Ja
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	Nej	Ja	Ja
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	Nej	Ja	Ja
<b>H2/H5</b>							
FC 301	0-3,7 kW 200-240 V	Nej	Nej	5	Nej	Nej	Ja
FC 302	5,5-37 kW 200-240 V <sup>2)</sup>	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Ja
	0-7,5 kW 380-500 V	Nej	Nej	5	Nej	Nej	Ja
	11-75 kW 380-500 V <sup>2)</sup>	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Ja
	11-22 kW 525-690 V <sup>2)</sup>	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Ja
	30-75 kW 525-690 V <sup>2)</sup>	Nej	Nej	25	Nej	Nej	Ja
<b>H3</b>							
FC 301	0-1,5 kW 200-240 V	2,5	25	25	Nej	Ja	Ja
	0-1,5 kW 380-480 V	2,5	25	25	Nej	Ja	Ja
<b>H4</b>							
FC 302	1,1-7,5 kW 525-690 V	Nej	100	100	Nej	Ja	Ja
	11-22 kW 525-690 V	Nej	100	100	Nej	Ja	Ja
	11-37 kW 525-690 V <sup>3)</sup>	Nej	150	150	Nej	Ja	Ja
	30-75 kW 525-690 V	Nej	150	150	Nej	Ja	Ja
<b>Hx<sup>1)</sup></b>							
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej

Tabel 5.2 EMC-testresultater (emission) maksimal motorkabellængde

<sup>1)</sup> Hx-versioner kan bruges i overensstemmelse med EN/IEC 61800-3 kategori C4

<sup>2)</sup> T5, 22-45 kW og T7, 22-75 kW overholder klasse A gruppe 1 med 25 m motorkabel. Der gælder visse begrænsninger for installationen (kontakt Danfoss for oplysninger).

Hx, H1, H2, H3, H4 eller H5 defineres i typekodepos. 16-17 for EMC-filtre, se Tabel 7.1.

<sup>3)</sup> IP20

## 5.2.2 Emissionskrav

EMC-produktstandarden for frekvensomformere definerer fire kategorier (C1, C2, C3 og C4) med specifikke krav til emission og immunitet. *Tabel 5.3* bestemmer definitionen af de fire kategorier og den tilsvarende klassificering i EN 55011.

Kategori	Definition	Tilsvarende emissionsklasse i EN 55011
C1	Frekvensomformere monteret i first environment (bolig og kontor) med en forsyningspænding mindre end 1.000 V.	Klasse B
C2	Frekvensomformere monteret i first environment (bolig og kontor) med forsyningspænding mindre end 1.000 V, som hverken er flytbare eller af typen plug-in, og som skal monteres og idriftsættes af en professionel.	Klasse A gruppe 1
C3	Frekvensomformere monteret i second environment (industri) med en forsyningspænding mindre end 1.000 V.	Klasse A gruppe 2
C4	Frekvensomformere monteret i second environment med en forsyningspænding lig med eller over 1.000 V eller nominel spænding lig med eller over 400 A eller med henblik på brug i komplekse installationer.	Ingen grænselinie. Der skal udarbejdes en EMC-plan.

**Tabel 5.3** Korrelation mellem IEC 61800-3 og EN 55011

Når de generiske emissionsstandarder (kabelbårne) anvendes, skal frekvensomformerne overholde grænserne i *Tabel 5.4*.

Miljø	Generisk emissionsstandard	Tilsvarende emissionsklasse i EN 55011
First environment (bolig og kontor)	EN/IEC 61000-6-3 emissionsstandard for beboelses- og erhvervmiljøer samt lette industrimiljøer.	Klasse B
Second environment (industrimiljø)	EN/IEC 61000-6-4 emissionsstandard for industrimiljøer.	Klasse A gruppe 1

**Tabel 5.4** Korrelation mellem generiske emissionsstandarder og EN 55011

## 5.2.3 Immunitetskrav

Immunitetskravene til frekvensomformere afhænger af det miljø, de monteres i. Kravene til industrimiljøer er højere end kravene til bolig- og kontormiljøer. Alle Danfoss frekvensomformere overholder kravene til industrimiljøer og overholder derfor også de lavere krav til bolig- og kontormiljøer med en stor sikkerhedsmargin.

For at dokumentere immunitet mod elektrisk forstyrrelse fra elektriske fænomener er følgende immunitetstest blevet udført i overensstemmelse med følgende grundlæggende standarder:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatisk udladning (ESD): Simulering af elektrostatisk udladning fra mennesker.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Indgående elektromagnetisk feltudstråling, amplitudemoduleret simulering af påvirkninger fra både radar- og radiokommunikationsudstyr og mobilt kommunikationsudstyr.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Burst-transienter: Simulering af forstyrrelse forårsaget af kobling af en kontaktor, et relæ eller lignende apparater.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-transienter: Simulering af transienter forårsaget af eksempelvis lynnedslag i nærheden af installationerne.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** RF common mode: Simulering af påvirkningen fra udstyr til radiotransmission, som er forbundet til tilslutningskablerne.

Se Tabel 5.5.

Grundlæggende standard	Burst IEC 61000-4-4	Surge IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Udstrålet elektromagnetisk felt IEC 61000-4-3	RF-common mode-spænding IEC 61000-4-6
Godkendelseskriterier	B	B	B	A	A
Spændingsområde: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V					
Net	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Belastningsfordeling	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Styrekabler	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Relæledninger	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Applikation og Fieldbus- optioner	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
LCP-kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Ekstern 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Kapsling	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabel 5.5 EMC-immunitetsformular

<sup>1)</sup> Strømtilførsel på kabelafskærmning

## 5.2.4 Motorisolering

Moderne design af motorer til frekvensomformerbrug har en høj grad af isolering, hvilket understøtter den nye generation af IGBT'er med høj virkningsgrad og med høj dU/dt. Ved eftermontering i gamle motorer er det nødvendigt at bekræfte motorisoleringen eller at dæmpe med dU/dt-filter eller om nødvendigt et sinusfilter. dU/dt

For motorkabellængder ≤ den maksimale kabellængde, der er anført i *kapitel 6.2 Generelle specifikationer*, anbefales motorisoleringsskategorierne, der er anført i *Tabel 5.6*. Hvis en motor har en lavere isoleringsskategorier, anbefales det at bruge et du/dt- eller sinusfilter.

Nominal netspænding [V]	Motorisolering [V]
$U_N \leq 420$	Standard $U_{LL} = 1.300$
$420 V < U_N \leq 500$	Forstærket $U_{LL} = 1.600$
$500 V < U_N \leq 600$	Forstærket $U_{LL} = 1.800$
$600 V < U_N \leq 690$	Forstærket $U_{LL} = 2.000$

Tabel 5.6 Motorisolering

### 5.2.5 Motorlejestrøm

For at minimere leje- og akselstrøm, skal følgende jordes til den drevne maskine:

- frekvensomformer
- motor
- drevet maskine
- motor

#### Standardstrategier for dæmpning

1. Brug et isoleret leje.
2. Vær grundig med installationsprocedurer
  - 2a Kontrollér, at motoren og belastningsmotoren er justeret.
  - 2b Følg EMC-installationsvejledningen omhyggeligt.
  - 2c Forstærk PE'en, så højfrekvensimpedansen er lavere i PE'en end i forsyningskablerne.
  - 2d Sørg for en god højfrekvensforbindelse mellem motoren og frekvensomformerer, f.eks. et skærmet kabel med en 360° tilslutning i motoren og frekvensomformerer.
  - 2e Sørg for, at impedansen fra frekvensomformerer til bygningens jordspyd er lavere end maskinens jordingsimpedans. Dette kan være svært for pumper.
  - 2f Sørg for en direkte jordtilslutning mellem motoren og belastningsmotoren.
3. Reducér IGBT-switchfrekvensen.
4. Modificér vekselretters bølgeform, 60° AVM vs. SFAVM.
5. Montér et akseljordingssystem, eller anvend en isolerende akselkobling
6. Påfør ledende smøring.
7. Brug minimumhastighedsindstillinger, hvis det er muligt.
8. Forsøg at sikre, at netspændingen er balanceret til jord. Dette kan være svært for IT-, TT- eller TN-CS-systemer eller systemer med jordben.
9. Anvend et dU/dt- eller sinusfilter.

### 5.3 Netforsyningsforstyrrelse/harmoniske strømme

En frekvensomformer tager en ikke-sinusformet strøm fra netforsyningen, hvilket øger indgangsstrømmen  $I_{RMS}$ . En ikke-sinusformet strøm transformeres via en Fourier-analyse og deles i sinusbølgestrømme med forskellige frekvenser, dvs. forskellige harmoniske strømme  $I_n$  med 50 Hz som basisfrekvensen.

Harmoniske strømme	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50	250	350

Tabel 5.7 Transformeret ikke-sinusformet strøm

De harmoniske strømme påvirker ikke strømforbruget direkte, men øger varmetabene i installationen (transformer, kabler). Derfor skal harmoniske strømme holdes på et lavt niveau for at undgå overbelastning af transformeren og høje temperaturer i kablerne i installationer med en høj procentdel af ensretterbelastning.

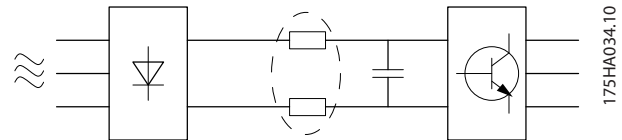


Illustration 5.4 Mellemkredsspoler

#### **BEMÆRK!**

Nogle af de harmoniske strømme kan forstyrre kommunikationsudstyr, der er sluttet til samme transformere, eller skabe resonans i forbindelse med effektfaktorkorrektionsenheder.

	Indgangsstrøm
$I_{RMS}$	1,0
$I_1$	0,9
$I_5$	0,4
$I_7$	0,2
$I_{11-49}$	< 0,1

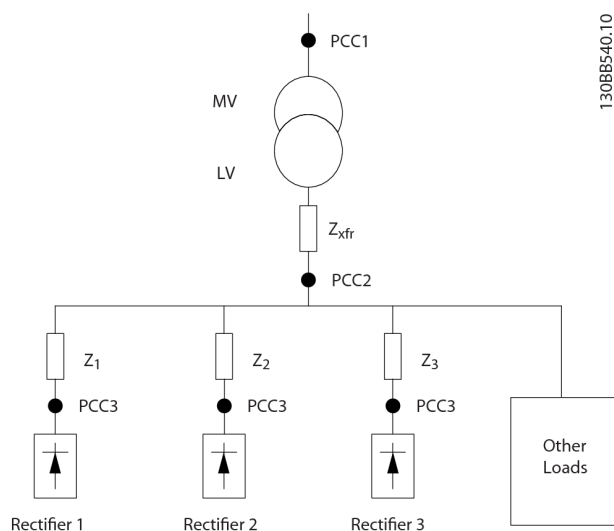
Tabel 5.8 Harmoniske strømme sammenlignet med RMS-indgang Strøm

Frekvensomformerer er som standard forsynet med mellemkredsspoler for at sikre lave harmoniske strømme. DC-spoleerne reducerer den samlede harmoniske forvrængning (THD) til 40 %.



### 5.3.1 Påvirkninger fra harmoniske strømme i et strømdistributionssystem

I *Illustration 5.5* sluttet primærsiden af en transformer til et fælles tilslutningspunkt PCC1 på mellemspændingsforsyningen. Transformeren har en impedans  $Z_{xfr}$  og leverer strøm til et antal belastninger. Det fælles tilslutningspunkt, hvor alle belastninger sammenkobles, er PCC2. Hver belastning tilsluttes via kabler med impedansen  $Z_1$ ,  $Z_2$  og  $Z_3$ .



**Illustration 5.5 Lille distributionssystem**

Harmoniske strømme, som tegnes af ikke-lineære belastninger, medfører forvrængning af spændingen pga. spændingsfaldet på impedanserne i distributionssystemet. Højere impedanser medfører højere niveauer af spændingsforvrængning.

Strømføringsforvrængningen afhænger af apparatets ydeevne og af den individuelle belastning. Spændingsforvrængningen afhænger af systemets ydeevne. Det er ikke muligt at bestemme spændingsforvrængningen i PCC'en, hvis kun belastningens harmoniske ydeevne er kendt. For at forudsige forvrængningen i PCC'en skal konfigurationen af distributionssystemet og de relevante impedanser være kendt.

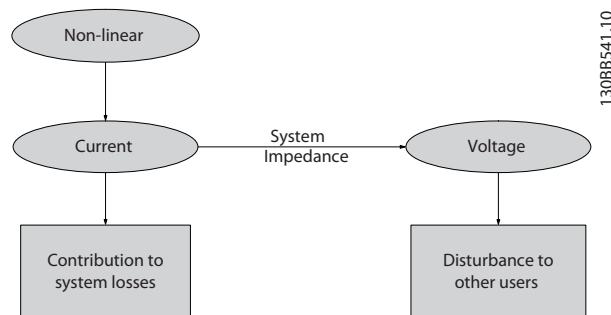
Et almindeligt begreb til beskrivelse af impedansen i et net er kortslutningsforholdet  $R_{sce}$ , som defineres som forholdet mellem kortslutningens tilsyneladende effekt for forsyningen ved PCC ( $S_{sc}$ ) og den nominelle tilsyneladende effekt for belastningen ( $S_{equ}$ ).

$$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

hvor  $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{forsyning}}$  og  $S_{equ} = U \times I_{equ}$

Den negative påvirkning fra harmoniske strømme er dobbelt

- Harmoniske strømme bidrager til systemtab (i kabelføringen, transformer)
- Harmonisk spændingsforvrængning medfører forstyrrelser i andre belastninger og øger tabet i andre belastninger



**Illustration 5.6 Negative virkninger af harmoniske strømme**

### 5.3.2 Standarder og krav vedrørende begrænsning af harmoniske strømme

Kravene til begrænsning af harmoniske strømme kan være

- applikationsspecifikke krav
- standarder, der skal overholdes

Applikationsspecifikke krav er relevante for en specifik installation, hvor der er tekniske årsager til begrænsning af de harmoniske strømme.

#### Eksempel

En 250 kVa-transformer med to tilsluttede 110 kW-motorer er tilstrækkelig, hvis en af motorerne forbindes direkte til netforsyningen, og den anden forsynes via en frekvensomformer. Transformeren er imidlertid for lille, hvis begge motorer forsynes via en frekvensomformer. Ved at bruge ekstra metoder til reduktion af harmoniske strømme i installationen eller ved at vælge frekvensomformervarianter med lave harmoniske strømme kan begge motorer køre med frekvensomformere.

Der findes flere forskellige standarder, bestemmelser og anbefalinger for dæmpning af harmoniske strømme. Forskellige standarder finder anvendelse i forskellige geografiske områder og brancher. Følgende standarder er de mest almindelige:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Se AHF005/010 Design Guide for specifikke oplysninger om hver standard.

I Europa er den maksimale THVD 8%, hvis installationen er tilsluttet via det offentlige net. Hvis installation har sin egen transformer, er grænsen 10 % THVD. VLT® AutomationDrive er konstrueret til at modstå 10 % THVD.

### 5.3.3 Dæmpning af harmoniske strømme

I tilfælde hvor der kræves ekstra begrænsning af harmoniske strømme, kan Danfoss tilbyde en lang række dæmpningsudstyr. Disse er:

- 12-puls frekvensomformere
- AHF-filtre
- Frekvensomformere med lave harmoniske strømme
- Aktive filtre

Valget af den rette løsning afhænger af flere forskellige faktorer:

- Nettet (baggrundsforvrængning, netubalance, resonans og forsyningstype (transformer/generator))
- Applikation (belastningsprofil, antal belastninger og belastningsstørrelse)
- Lokale/nationale krav/bestemmelser (IEEE519, IEC, G5/4 osv.)
- Samlede ejeromkostninger (anskaffelsesomkostninger, effektivitet, vedligeholdelse osv.)

Overvej altid dæmpning af harmoniske strømme, hvis transformerbelastningen har et ikke-lineært bidrag på 40 % eller mere.

### 5.3.4 Beregning af harmoniske strømme

Danfoss tilbyder værktøjer til beregning af harmoniske strømme, se *kapitel 9.6.5 Pc-software*.

## 5.4 Galvanisk adskillelse (PELV)

### 5.4.1 PELV – beskyttende ekstra lav spænding

PELV giver beskyttelse ved hjælp af en ekstra lav spænding. Der ydes beskyttelse mod elektrisk stød, når den elektriske forsyning er af PELV-typen, og når installationen foretages i henhold til beskrivelsen i lokale/nationale bestemmelser om PELV-forsyninger.

Alle styreklemmer og relæklemmer 01-03/04-06 overholder PELV (Beskyttende ekstra lav spænding), undtaget jordet trekantben på mere end 400 V.

Den galvaniske (sikre) adskillelse opnås ved at opfylde kravene til bedre isolering og ved at sørge for de relevante krybninger/luftafstande. Disse krav beskrives i standarden EN 61800-5-1.

De komponenter, der udgør den elektriske isolering i henhold til beskrivelsen nedenfor, stemmer også overens med kravene til højere isolering og de i EN 61800-5-1 beskrevne relevante test.

Den galvaniske adskillelse for PELV kan vises seks steder (se *Illustration 5.7*):

For at bevare PELV skal alle tilslutninger til styreklemmerne være PELV. Eksempelvis skal termistoren forstærkes/dobbeltisoleres.

1. Strømforsyning (SMPS) inkl. signalisering af DC-link.
2. Gate drive, som kører IGBT'er (triggertransformere/optokoblere).
3. Strømtransducere.
4. Optokoblere, bremsemodul.
5. Intern inrush, RFI og temperaturmålskredsløb.
6. Tilpassede relæer.
7. Mekanisk bremse.

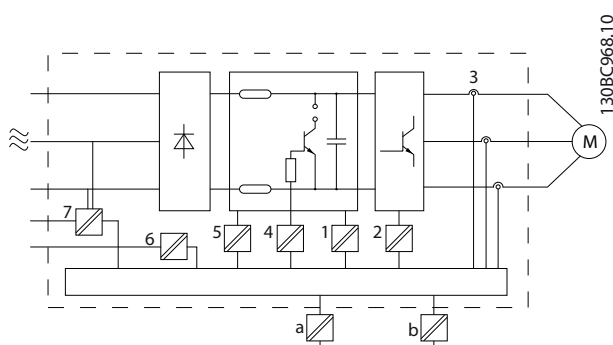


Illustration 5.7 Galvanisk adskillelse

Den funktionelle galvaniske adskillelse (a og b på tegningen) er til backupoptionen på 24 V og til RS-485-standardbusgrænsefladen.

### ⚠ ADVARSEL

Montering ved stor højde:

Ved højder over 2.000 m, kontakt Danfoss vedrørende PELV.

### ⚠ ADVARSEL

Det kan være forbundet med livsfare at berøre de elektriske komponenter, også efter at udstyret er koblet fra netforsyningen.

Sørg også for, at andre spændingsindgange er afbrudt, f.eks. belastningsfordeling (sammenkobling af DC-mellemkredse) samt motortilslutning til kinetisk backup. Vent mindst i det tidsrum, der angives i Tabel 2.1, inden de elektriske dele berøres.

Kortere tidsrum er kun tilladt, hvis typeskiltet på det pågældende apparat angiver det.

## 5.5 Bremsfunktioner

Bremsefunktionen påføres for at bremse belastningen på motorakslen, enten som dynamisk bremsning eller mekanisk bremsning.

### 5.5.1 Valg af bremsemodstand

Bremsemodstanden sikrer, at energien absorberes i bremsemodstanden og ikke i frekvensomformereren. Se *Brake Resistor Design Guide* for flere oplysninger. Hvis mængden af kinetisk energi, der overføres til modstanden i hver bremseperiode, ikke er kendt, kan gennemsnitseffekten beregnes på baggrund af cyklustiden og bremsetiden, hvilket også kaldes periodisk driftscyklus. Modstandens periodiske driftscyklus er et tegn på den driftscyklus, hvorved modstanden er aktiv. Illustration 5.8 viser en typisk bremsecyklus.

### BEMÆRK!

Motorleverandører bruger ofte S5, når den tilladelige belastning angives, hvilket er et udtryk for periodisk driftscyklus.

Den periodiske driftscyklus for modstanden beregnes på følgende måde:

$$\text{Driftscyklus} = t_b/T$$

T = cyklustid i s

$t_b$  er bremsetid i sek (af cyklustiden)

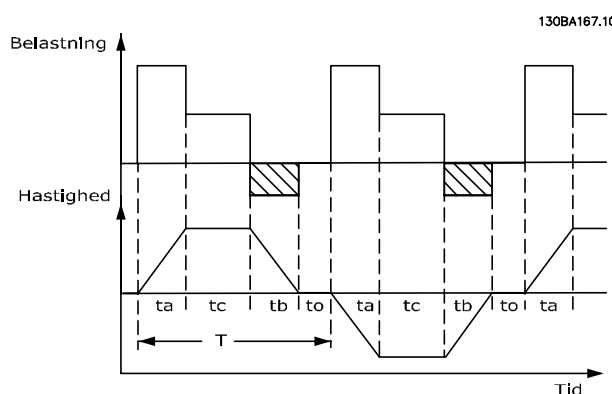


Illustration 5.8 Typisk bremsecyklus

	Cyklustid (s)	Bremsedrifts- cyklus ved 100 % moment	Bremsedrifts- cyklus ved overmoment (150/160 %)
<b>200-240 V</b>			
PK25-P11K	120	Kontinuerlig	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
<b>380-500 V</b>			
PK37-P75K	120	Kontinuerlig	40%
P90K-P160	600	Kontinuerlig	10%
P200-P800	600	40%	10%
<b>525-600 V</b>			
PK75-P75K	120	Kontinuerlig	40%
<b>525-690 V</b>			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40% <sup>1)</sup>	10% <sup>2)</sup>
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabel 5.9 Bremsning ved momentniveau med høj overbelastning

<sup>1)</sup> 500 kW ved 86 % bremsemoment/560 kW ved 76 % bremsemoment

<sup>2)</sup> 500 kW ved 130 % bremsemoment/560 kW ved 115 % bremsemoment

Danfoss tilbyder bremsemodstande med driftscyklus på 5 %, 10 % og 40 %. Hvis der anvendes en driftscyklus på 10 %, kan bremsemodstandene absorbere bremseeffekten i 10 % af cyklustiden. De resterende 90 % af cyklustiden bruges på at sprede overskydende varme.

### BEMÆRK!

Sørg for, at modstanden er konstrueret til at håndtere den krævede bremsetid.

Den maksimale tilladte belastning på bremsemodstanden angives som spidseffekt ved en given periodisk driftscyklus, og den kan beregnes på følgende måde:

$$ED (\text{driftscyklus}) = \frac{tb}{T \text{ cyklus}}$$

hvor  $tb$  er bremsetiden i sekunder og  $T$  cyklus er den samlede cyklustid.

Bremsemodstanden beregnes på følgende måde:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{spids}}$$

hvor

$$P_{spids} = P_{motor} \times M_{br} [\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT} [W]$$

Bremsemodstanden afhænger af mellemkredsspændingen ( $U_{dc}$ ).

Bremsefunktionen i FC 301 og FC 302 findes i fire områder af netforsyningen.

Størrelse	Bremse aktiv	Advarsel inden afbrydelse	Afbrydelse (trip)
FC 301/FC 302 200-240 V	390 V	405 V	410 V
FC 301 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabel 5.10 Bremsegrænser [UDC]

### BEMÆRK!

Kontrollér, at bremsemodstanden kan håndtere en spænding på 410 V, 820 V, 850 V, 975 V eller 1130 V - medmindre der anvendes Danfoss bremsemodstande.

Danfoss anbefaler bremsemodstanden  $R_{rec}$ , dvs. en, der garanterer, at frekvensomformerer kan bremse ved højeste bremsemoment ( $M_{br(\%)}$ ) på 160 %. Formlen kan skrives som:

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{motor}$  er typisk 0,90

$\eta_{VLT}$  er typisk 0,98

For 200 V-, 480 V-, 500 V- og 600 V-frekvensomformere skrives  $R_{rec}$  ved et bremsemoment på 160 % som:

$$200 V: R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480 V: R_{rec} = \frac{375300}{P_{motor}} [\Omega] \text{ } ^1)$$

$$480 V: R_{rec} = \frac{428914}{P_{motor}} [\Omega] \text{ } ^2)$$

$$500 V: R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$600 V: R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$690 V: R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}} [\Omega]$$

<sup>1)</sup> For frekvensomformere  $\leq 7,5$  kW akseffekt

<sup>2)</sup> For frekvensomformere 11-75 kW akseffekt

### BEMÆRK!

Den valgte kredsløbsmodstand for bremsemodstanden må ikke overstige anbefalingen fra Danfoss. Hvis der vælges en bremsemodstand med en højere ohmsk værdi, opnås bremsemomentet på 160 % muligvis ikke, da der kan være risiko for, at frekvensomformerer afbrydes af sikkerhedsårsager.

### BEMÆRK!

Hvis der opstår en kortslutning i bremsetransistoren, kan effekttab i bremsemodstanden kun undgås ved at afbryde netforsyningen til frekvensomformerer med en netafbryder eller kontaktor. (Kontaktoren kan styres med frekvensomformerer).

### ⚠ FORSIGTIG

Bremsemodstanden bliver varm under og efter bremsning.

- For at undgå personskafe må bremsemodstanden ikke berøres.
- Anbring bremsemodstanden i et sikkert miljø for at undgå brandfare

**⚠️ FORSIGTIG**

Frekvensomformere med kapslingstyper D-F er forsynet med mere end én bremsechopper. Brug derfor en bremsemodstand pr. bremsechopper til disse kapslingsstørrelser.

### 5.5.2 Kabelføring for bremsemodstand

**EMC (snoede kabler/skærmning)**

For at overholde den angivne EMC-ydeevne for frekvensomformeren skal skærmede kabler/ledninger anvendes. Hvis uskærmede ledninger bruges, anbefales det, at disse snoes for at reducere elektrisk støj fra ledningerne mellem bremsemodstanden og frekvensomformeren. For forstærket EMC-ydeevne skal en metalskærm anvendes.

### 5.5.3 Styring med bremsefunktion

Bremsen er beskyttet mod kortslutning i bremsemodstanden, og bremsetransistoren overvåges for at sikre, at en kortslutning i transistoren registreres. Et relæ/en digital udgang kan bruges til at beskytte bremsemodstanden mod overbelastning i forbindelse med en fejl i frekvensomformeren. Bremsen gør det desuden muligt at udlæse den aktuelle effekt og midleffekten for de sidste 120 sek. Bremsen kan også overvåge påførslen af strøm og sikre, at den ikke overstiger en grænse, der vælges i 2-12 *Bremseeffektgrænse (kW)*. I 2-13 *Bremseeffektovervågning* vælges den funktion, der skal udføres, når effekten, som sendes til bremsemodstanden, overstiger den grænse, der er indstillet i 2-12 *Bremseeffektgrænse (kW)*.

**BEMÆRK!**

Overvågningen af bremseeffekten er ikke en sikkerhedsfunktion; dette vil kræve en termisk kontakt. Bremsemodstandskredsløbet er ikke beskyttet mod overgang til jord.

Overspændingsstyring (OVC) (kun for bremsemodstand) kan vælges som en alternativ bremsefunktion i 2-17 *Overspændingsstyring*. Denne funktion er aktiv for alle apparater. Funktionen sikrer, at det bliver muligt at undgå et trip, hvis DC-link-spændingen øges. Dette gøres ved at øge udgangsfrekvensen for at begrænse spændingen fra DC-linket. Det er en nyttig funktion, f.eks. hvis rampe ned-tiden er for kort, da trip af frekvensomformeren undgås. I denne situation forlænges rampe-ned-tiden.

**BEMÆRK!**

OVC kan ikke aktiveres, når der køres en PM-motor (når 1-10 *Motorkonstruktion* er indstillet til [1] PM, ikke-udpræg. SPM).

## 6 Produktspecifikationer

### 6.1 Elektriske data

#### 6.1.1 Netforsyning 200-240 V

Typebetegnelse	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Typisk akseffekt [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
IP20-kapsling (kun FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Kapsling IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55- eller IP66-kapsling	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
<b>Udgangsstrøm</b>									
Kontinuerlig (200-240 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Periodisk (200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7
Kontinuerlig kVa (208 V) [kVa]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
<b>Maks. indgangsstrøm</b>									
Kontinuerlig (200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Periodisk (200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0
<b>Yderligere specifikationer</b>									
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24))								
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)								
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	21	29	42	54	63	82	116	155	185
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabel 6.1 Netforsyning 200-240 V, PK25-P3K7

Typebetegnelse	P5K5		P7K5		P11K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>						
Typisk akseffekt [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Kapsling IP20	B3		B3		B4	
Kapsling IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2	
<b>Udgangsstrøm</b>						
Kontinuerlig (200-240 V) [A]	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Periodisk (60 sek overbelastning) (200-240 V) [A]	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Kontinuerlig kVa (208 V) [kVa]	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
<b>Maks. indgangsstrøm</b>						
Kontinuerlig (200-240 V) [A]	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
<b>Yderligere specifikationer</b>						
IP20 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,- (2,-,-)	
IP21 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,- (2,-,-)	
IP21 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)					
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	239	310	371	514	463	602
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,96		0,96		0,96	

Tabel 6.2 Netforsyning 200-240 V, P5K5-P11K

Typebetegnelse	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>										
Typisk akseffekt [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Kapsling IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Kapsling IP21, IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
<b>Udgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Periodisk (60 sek overbelastning) (200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Kontinuerlig kVa (208 V) [kVa]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
<b>Maks. indgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154
Periodisk (60 sek overbelastning) (200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169
<b>Yderligere specifikationer</b>										
IP20 maks. kabeltværsnit (netforsyning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabel 6.3 Netforsyning 200-240 V, P15K-P37K

## 6.1.2 Netforsyning 380-500 V

Typebetegnelse	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Typisk akseleffekt [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
IP20-kapsling (kun FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-
Kapsling IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55- eller IP66-kapsling	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
<b>Udgangsstrøm, høj overbelastning 160 % i 1 minut</b>										
Akseleffekt [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Kontinuerlig (380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Periodisk (380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	9,0	11,5	16	20,8	25,6
Kontinuerlig (441-500 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Periodisk (441-500 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,3	5,4	7,7	10,1	13,1	17,6	23,2
Kontinuerlig kVa (400 V) [kVa]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11
Kontinuerlig kVa (460 V) [kVa]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
<b>Maks. indgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Periodisk (380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	14,4	18,7	23
Kontinuerlig (441-500 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13
Periodisk (441-500 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	11,8	15,8	20,8
<b>Yderligere specifikationer</b>										
IP20, IP21 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24))									
IP55, IP66 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)									
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)									
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabel 6.4 Netforsyning 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5



Typebetegnelse	P11K		P15K		P18K		P22K	
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Kapsling IP20	B3		B3		B4		B4	
IP21-kapsling	B1		B1		B2		B2	
Kapsling IP55, IP66	B1		B1		B2		B2	
<b>Udgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (380-440 V) [A]	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Periodisk (60 sek overbelastning) (380-440 V) [A]	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Kontinuerlig (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
Periodisk (60 s overbelastning) (441-500 V) [A]	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	57,2
Kontinuerlig kVa (400 V) [kVa]	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Kontinuerlig kVa (460 V) [kVa]		21,5		27,1		31,9		41,4
<b>Maks. indgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
Periodisk (60 sek overbelastning) (380-440 V) [A]	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Kontinuerlig (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Periodisk (60 s overbelastning) (441-500 V) [A]	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
<b>Yderligere specifikationer</b>								
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
IP20 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	291	392	379	465	444	525	547	739
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.5 Netforsyning 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

Typebetegnelse	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
IP21-kapsling	C1		C1		C1		C2		C2	
Kapsling IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Kapsling IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
<b>Udgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Periodisk (60 sek overbelastning) (380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Kontinuerlig (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Periodisk (60 s overbelastning) (441-500 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Kontinuerlig kVa (400 V) [kVa]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Kontinuerlig kVa (460 V) [kVa]		51,8		63,7		83,7		104		128
<b>Maks. indgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Periodisk (60 sek overbelastning) (380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Kontinuerlig (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Periodisk (60 sek overbelastning) (441-500 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
<b>Yderligere specifikationer</b>										
IP20 maks. kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP20 maks. kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> til netafbrydelse [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])			50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Anslået effekttab ved maks. nominal belastning [W] <sup>3)</sup>	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabel 6.6 Netforsyning 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

## 6.1.3 Netforsyning 525-600 V (kun FC 302)

Typebetegnelse	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Typisk akseffekt [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Kapsling IP20, IP21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
IP55-kapsling	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
<b>Udgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5
Periodisk (525-550 V) [A]	2,9	4,2	4,6	6,6	8,3	10,2	15,2	18,4
Kontinuerlig (551-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Periodisk (551-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Kontinuerlig kVa 525 V [kVa]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
Kontinuerlig kVa (575 V) [kVa]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
<b>Maks. indgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (525-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
Periodisk (525-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
<b>Yderligere specifikationer</b>								
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24))							
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	35	50	65	92	122	145	195	261
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabel 6.7 Netforsyning 525-600 V (kun FC 302), PK75-P7K5

Typebetegnelse	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>										
Typisk akseffekt [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Kapsling IP20	B3		B3		B4		B4		B4	
Kapsling IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2		B2		C1	
<b>Udgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Periodisk (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Kontinuerlig (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Periodisk (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Kontinuerlig kVa (550 V) [kVa]	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Kontinuerlig kVa (575 V) [kVa]	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
<b>Maks. indgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig ved 550 V [A]	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Periodisk ved 550 V [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Kontinuerlig ved 575 V [A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Periodisk ved 575 V [A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
<b>Yderligere specifikationer</b>										
IP20 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, bremse, motor og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Anslået effekttab ved maks. nominal belastning [W] <sup>3)</sup>	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.8 Netforsyning 525-600 V (kun FC 302), P11K-P30K

Typebetegnelse	P37K		P45K		P55K		P75K	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Kapsling IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
Kapsling IP21, IP55, IP66	C1	C1	C1		C2		C2	
<b>Udgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Periodisk (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Kontinuerlig (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Periodisk (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Kontinuerlig kVa (550 V) [kVa]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
Kontinuerlig kVa (575 V) [kVa]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
<b>Maks. indgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig ved 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Periodisk ved 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Kontinuerlig ved 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Periodisk ved 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
<b>Yderligere specifikationer</b>								
IP20 maks. kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
IP20 maks. kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
IP21, IP55, IP66 maks. kabeltværsnit (bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> til netafbrydelse [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning [W] <sup>3)</sup>	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.9 Netforsyning 525-600 V (kun FC 302), P37K-P75K

## 6.1.4 Netforsyning 525-690 V (kun FC 302)

Typebetegnelse	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO	HO/NO
Typisk akseffekt (kW)	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
IP20-kapsling	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
<b>Udgangsstrøm</b>							
Kontinuerlig (525-550V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Periodisk (525-550V) [A]	3,4	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Kontinuerlig (551-690 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10,0
Periodisk (551-690 V) [A]	2,6	3,5	5,1	7,2	8,8	12,0	16,0
Kontinuerlig kVa 525 V	1,9	2,5	3,5	4,5	5,5	8,2	10,0
Kontinuerlig kVa 690 V	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9,0	12,0
<b>Maks. indgangsstrøm</b>							
Kontinuerlig (525-550V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8,1	9,9
Periodisk (525-550V) [A]	3,0	3,9	5,6	7,0	8,8	12,9	15,8
Kontinuerlig (551-690 V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9,0
Periodisk (551-690 V) [A]	2,3	3,2	4,6	6,5	7,9	10,8	14,4
<b>Yderligere specifikationer</b>							
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning, motor, bremse og belastningsfordeling) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 (24))						
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (afbryder) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning (W) <sup>3)</sup>	44	60	88	120	160	220	300
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabel 6.10 A3 kapsling, Netforsyning 525-690 V IP20/beskyttet Chassis, P1K1-P7K5

Typebetegnelse	P11K		P15K		P18K		P22K	
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt ved 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Typisk akseffekt ved 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
IP20-kapsling	B4		B4		B4		B4	
IP21- eller IP55-kapsling	B2		B2		B2		B2	
<b>Udgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (525-550V) [A]	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (525-550V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Kontinuerlig (551-690 V) [A]	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (551-690 V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
Kontinuerlig kVa (ved 550 V) [kVa]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
Kontinuerlig kVa (ved 690 V) [kVa]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
<b>Maks. indgangsstrøm</b>								
Kontinuerlig (ved 550 V) (A)	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Periodisk (60 sek. overbelastning ved 550 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Kontinuerlig (ved 690 V) (A)	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (ved 690 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
<b>Yderligere specifikationer</b>								
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> (netforsyning/motor, belastningsfordeling og bremse) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> til netafbrydelse [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Anslået effekttab ved nominel maks. belastning (W) <sup>3)</sup>	150	220	220	300	300	370	370	440
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabel 6.11 B2/B4 Kapsling, Netforsyning 525-690 V IP20/IP21/IP55 - Chassis/NEMA 1/NEMA 12 (kun FC 302), P11K-P22K

Typebetegnelse	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Høj/normal overbelastning <sup>1)</sup>	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typisk akseffekt ved 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
Typisk akseffekt ved 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
IP20-kapsling	B4		C3		C3		D3h		D3h	
IP21- eller IP55-kapsling	C2		C2		C2		C2		C2	
<b>Udgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (525-550V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Periodisk (60 sek overbelastning) (525-550V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Kontinuerlig (551-690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Periodisk (60 sek overbelastning) (551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
Kontinuerlig kVa (ved 550 V) [kVa]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
Kontinuerlig kVa (ved 690 V) [kVa]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
<b>Maks. indgangsstrøm</b>										
Kontinuerlig (ved 550 V) [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Periodisk (60 sek overbelastning) (ved 550 V) [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Kontinuerlig (ved 690 V) [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Periodisk (60 sek overbelastning) (ved 690 V) [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
<b>Yderligere specifikationer</b>										
Maks. kabeltværsnit (netforsyning og motor) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Maks. kabeltværsnit (belastningsfordeling og bremse) [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95 (3/0)									
Maks. kabeltværsnit <sup>4)</sup> til netafbrydelse [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Anslået effekttab ved maks. nominal belastning [W] <sup>3)</sup>	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Virkningsgrad <sup>2)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

**Tabel 6.12 B4, C2, C3 Kapsling, Netforsyning 525-690 V IP20/IP21/IP55 - Chassis/NEMA1/NEMA 12 (kun FC 302), P30K-P75K**

Se sikringsklassificering i kapitel 9.3.1 Sikringer og afbrydere.

<sup>1)</sup> Høj overbelastning = 150 eller 160 % moment i løbet af 60 sek. Normal overbelastning = 110 % moment i løbet af 60 sek.

<sup>2)</sup> Målt med 5 m skærmede motorkabler ved nominal belastning og frekvens.

<sup>3)</sup> Det typiske effekttab sker under driftsforhold med nominal belastning og forventes at ligge inden for ±15 % (tolerancen skyldes variationer i spændings- og kabelforhold).

Værdierne er baseret på en typisk motorvirkningsgrad (eff2/eff3-skillelinje). Motorer med mindre virkningsgrad vil ligeledes bidrage til effekttabet i frekvensomformeren og omvendt.

Hvis switchfrekvensen øges i forhold til fabriksindstillingen, kan effekttabet stige markant.

Typisk strømforbrug for LCP og styrekort er medregnet. Flere optioner og kundebelastning kan tilføre op til 30 W til effekttabet. (Dog typisk kun 4 W ekstra for et fuldt belastet styrekort eller optioner til port A eller port B).

Selvom målinger foretages med udstyr af meget høj kvalitet, skal der tages forbehold for en vis unøjagtighed i målingerne (± 5 %).

<sup>4)</sup> De tre værdier for maks. kabeltværsnit er for henholdsvis enkelt kerne, fleksibel ledning og fleksibel ledning med muffe.

## 6.2 Generelle specifikationer

### 6.2.1 Netforsyning

#### Netforsyning

Forsyningsklemmer (6-puls)	L1, L2, L3
Forsyningsspænding	200-240 V $\pm 10$ %
Forsyningsspænding	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V $\pm 10$ %
Forsyningsspænding	FC 302: 525-600 V $\pm 10$ %
Forsyningsspænding	FC 302: 525-690 V $\pm 10$ %

#### Netspænding lav/netudfald:

I tilfælde af lav netspænding eller netudfald fortsætter frekvensomformereren, indtil mellemkredsspændingen kommer ned under mindste stopniveau, hvilket typisk svarer til 15 % under frekvensomformerens laveste nominelle forsyningsspænding. Opstart og fuldt moment kan ikke forventes ved netspænding lavere end 10 % under frekvensomformerens laveste nominelle forsyningsspænding.

Forsyningsfrekvens	50/60 Hz $\pm 5$ %
Maks. midlertidig ubalance mellem netfaser	3,0 % af nominel forsyningsspænding
Reel effektfaktor ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ nominelt ved nominel belastning
Effektforskydningsfaktor ( $\cos \phi$ )	tæt på 1 ( $> 0,98$ )
Kobling på forsyningsindgang L1, L2, L3 (opstarter) $\leq 7,5$ kW	maksimum 2 gange/min.
Kobling på forsyningsindgang L1, L2, L3 (opstarter) 11-75 kW	maksimum 1 gang/min.
Kobling på forsyningsindgang L1, L2, L3 (opstarter) $\geq 90$ kW	maksimum 1 gang/2 min.
Miljø i henhold til EN60664-1	overspændingskategori III/forureningsgrad 2

Apparatet er egnet til brug i et kredsløb, der kan levere maks. 100.000 RMS symmetriske ampere, 240/500/600/690 V maksimum.

### 6.2.2 Motorudgang og motordata

#### Motorudgang (U, V, W)

Udgangsspænding	0-100 % af forsyningsspændingen
Udgangsfrekvens	0-590 Hz <sup>3)</sup>
Udgangsfrekvens i Flux mode	0-300 Hz
Kobling på udgang	Ubegrænset
Rampetider	0,01-3.600 sek

#### Momentkarakteristikker

Startmoment (konstant moment)	maksimum 160 % i 60 sek <sup>1)</sup> én gang pr. 10 min.
Start-/overmoment (variabelt moment)	maksimum 110 % i op til 0,5 sek <sup>1)</sup> én gang pr. 10 min.
Momentstigetid i Flux (for 5 kHz fsw)	1 ms
Momentstigetid i VVC <sup>plus</sup> (uafhængigt af fsw)	10 ms

<sup>1)</sup> Procentangivelsen viser det nominelle moment.

<sup>2)</sup> Momentresponstiden afhænger af applikationen og belastningen, men momenttrinnet fra 0 til reference er generelt 4-5 x momentstigetiden.

<sup>3)</sup> Særlige kundeversioner med udgangsfrekvens 0-1.000 Hz fås.



## 6.2.3 Omgivelsesforhold

Miljø	
Kapsling	IP20/Chassis, IP21/Type 1, IP55/ Type 12, IP66/ Type 4X
Vibrationstest	1,0 g
Maks. THVD	10%
Maks. relativ luftfugtighed	5-93 % (IEC 721-3-3); klasse 3K3 (ikke-kondenserende) under drift
Aggressivt miljø (IEC 60068-2-43) H <sub>2</sub> S-test	klasse Kd
Omgivelsestemperatur	Maks. 50 °C (døgngennemsnit maksimum 45 °C)
Minimumomgivelsestemperatur ved fuld drift	0 °C
Minimumomgivelsestemperatur ved reduceret ydeevne	- 10 °C
Temperatur ved lager/transport	-25 til +65/70 °C
Maks. højde over havet uden derating	1.000 m
EMC-standarder, emission	EN 61800-3, EN 55011 <sup>1)</sup>
EMC-standarder, immunitet	EN61800-3, EN 61000-6-1/2

<sup>1)</sup> Se kapitel 5.2.1 EMC-testresultater

## 6.2.4 Kabelspecifikationer

### Kabellængder og tværsnit for styrekabler<sup>1)</sup>

Maks. motorkabellængde, skærmet	150 m
Maks. motorkabellængde, uskærmet	300 m
Maks. tværsnit til styreklemmer, blød/ubøjelig ledning uden kabelendemufter	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG
Maks. tværsnit til styreklemmer, blød ledning med kabelendemufter	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Maks. tværsnit til styreklemmer, blød ledning med kabelendemufter med krave	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Minimumtværsnit til styreklemmer	0,25 mm <sup>2</sup> /24 AWG

<sup>1)</sup> Se tabellerne over elektriske data i kapitel 6.1 Elektriske data for oplysninger om strømkabler.

## 6.2.5 Styringsind-/udgange og styringsdata

### 6.2.5.1 Digitale indgange

Digitale indgange	
Programmerbare digitale indgange	FC 301: 4 (5) <sup>1)</sup> /FC 302: 4 (6) <sup>1)</sup>
Klemmenummer	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33
Logik	PNP eller NPN
Spændingsniveau	0-24 V DC
Spændingsniveau, logisk '0' PNP	< 5 V DC
Spændingsniveau, logisk '1' PNP	> 10 V DC
Spændingsniveau, logisk '0' NPN <sup>2)</sup>	> 19 V DC
Spændingsniveau, logisk '1' NPN <sup>2)</sup>	< 14 V DC
Maksimumspænding på indgang	28 V DC
Pulsfrekvensområde	0-110 kHz
(Driftscyklus) min. pulsbredde	4,5 ms
Indgangsmodstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 kΩ

Sikker standsning, klemme 37<sup>3, 4)</sup> (Klemme 37 er fast PNP logik)

Spændingsniveau	0-24 V DC
Spændingsniveau, logisk '0' PNP	< 4 V DC
Spændingsniveau, logisk '1' PNP	> 20 V DC
Maksimumspænding på indgang	28 V DC
Typisk indgangsstrøm på 24 V	50 mA RMS
Typisk indgangsstrøm på 20 V	60 mA RMS
Indgangskapacitans	400 nF

Alle digitale indgange er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

<sup>1)</sup> Klemme 27 og 29 kan også programmeres som udgange.

<sup>2)</sup> Undtagen sikker standsning, indgangsklemme 37.

<sup>3)</sup> Se VLT<sup>®</sup> Frekvensomformere - Safe Torque Off betjeningsvejledning for yderligere oplysninger om klemme 37 og sikker standsning.

<sup>4)</sup> Når der anvendes en kontaktor med en DC-spole indeni i kombination med sikker standsning, er det vigtigt at sikre en returvej til strømmen fra spolen, når den slukkes. Dette kan gøres ved at bruge en friløbsdiode (eller alternativt en 30 eller 50 V MOV for hurtigere responstid) i spolen. Almindelige kontaktorer kan købes med denne diode.

6

Analoge indgange

Antal analoge indgange	2
Klemmenummer	53, 54
Tilstande	Spænding eller strøm
Tilstandsvalg	Kontakt S201 og kontakt S202
Spændingstilstand	Kontakt S201/kontakt S202 = OFF (U)
Spændingsniveau	-10 til +10 V (skalérbar)
Indgangsmodstand, R <sub>i</sub>	ca. 10 kΩ
Maks. spænding	± 20 V
Strømtilstand	Kontakt S201/kontakt S202 = ON (I)
Strømniveau	0/4 til 20 mA (skalérbar)
Indgangsmodstand, R <sub>i</sub>	ca. 200 Ω
Maks. strøm	30 mA
Opløsning for analoge indgange	10 bit (+ fortegn)
Nøjagtighed for analoge indgange	Maks. fejl 0,5 % af fuld skala
Båndbredde	100 Hz

Alle analoge indgange er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.

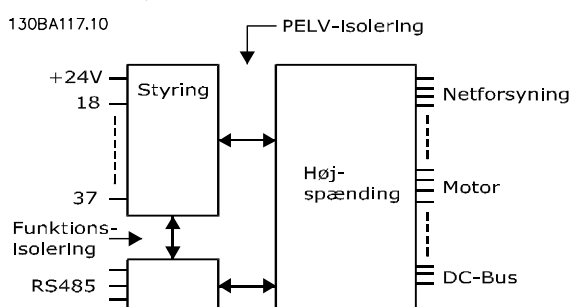


Illustration 6.1 PELV-isolering

**Puls-/encoder-indgange**

Programmerbare puls-/encoder-indgange	2/1
Klemmenummer, puls/encoder	29 <sup>1)</sup> , 33 <sup>2)</sup> / 32 <sup>3)</sup> , 33 <sup>3)</sup>
Maks. frekvens på klemme 29, 32, 33	110 kHz (push-pull-styret)
Maks. frekvens på klemme 29, 32, 33	5 kHz (åben kollektor)
Min. frekvens på klemme 29, 32, 33	4 Hz
Spændingsniveau	se afsnittet om digital indgang
Maksimumspænding på indgang	28 V DC
Indgangsmodstand, R <sub>i</sub>	ca. 4 kΩ
Pulsindgangsnøjagtighed (0,1-1 kHz)	Maks. fejl: 0,1 % af fuld skala
Encoderindgangsnøjagtighed (1-11 kHz)	Maks. fejl: 0,05 % af fuld skala

*Puls- og encoderindgangene (klemme 29, 32, 33) er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.*

<sup>1)</sup> FC 302 kun

<sup>2)</sup> Pulsindgangene er 29 og 33

<sup>3)</sup> Encoderindgange: 32 = A og 33 = B

**Digital udgang**

Programmerbare digital/pulsudgange	2
Klemmenummer	27, 29 <sup>1)</sup>
Spændingsniveau ved digital udgang/frekvensudgang	0-24 V
Maks. udgangsstrøm (plade eller kilde)	40 mA
Maks. belastning ved udgangsfrekvens	1 kΩ
Maks. kapacitiv belastning ved udgangsfrekvens	10 nF
Min. udgangsfrekvens ved udgangsfrekvens	0 Hz
Maks. udgangsfrekvens ved udgangsfrekvens	32 kHz
Nøjagtighed på udgangsfrekvens	Maks. fejl: 0,1 % af fuld skala
Opløsning på frekvensudgange	12 bit

<sup>1)</sup> Klemme 27 og 29 kan også programmeres som indgange.

*Den digitale udgang er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.*

**Analog udgang**

Antal programmerbare analoge udgange	1
Klemmenummer	42
Strømområde ved analog udgang	0/4 til 20 mA
Maks. belastning GND – analog udgang mindre end	500 Ω
Nøjagtighed på analog udgang	Maks. fejl: 0,5 % af fuld skala
Opløsning på analog udgang	12 bit

*Den analoge udgang er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.*

**Styrekort, 24 V DC-udgang**

Klemmenummer	12, 13
Udgangsspænding	24 V +1, -3 V
Maks. belastning	200 mA

*24 V DC-forsyningen er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV), men har samme potentiale som de analoge og digitale indgange og udgange.*

**Styrekort, 10 V DC-udgang**

Klemmenummer	±50
Udgangsspænding	10,5 V ±0,5 V
Maks. belastning	15 mA

*10 V DC-forsyningen er galvanisk adskilt fra forsyningsspændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.*

**Styrekort, seriel kommunikation via RS-485**

Klemmenummer	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Klemmenummer 61	Fælles for klemme 68 og 69

*Den serielle RS-485-kommunikationskreds er funktionelt adskilt fra andre centrale kredsløb og galvanisk adskilt fra forsynings-spændingen (PELV).*

**Styrekort, seriel kommunikation via USB**

USB-standard	1,1 (fuld hastighed)
USB-stik	USB-stik til "apparat" af B-typen

*Tilslutning til pc foretages via et almindeligt værts-/apparats-USB-kabel.*

*USB-tilslutningen er galvanisk adskilt fra forsynings-spændingen (PELV) og andre højspændingsklemmer.*

*USB-jordtilslutningen er ikke galvanisk adskilt fra jordbeskyttelsen. Benyt kun en isoleret bærbar som pc-tilslutning til USB-stikket på frekvensomformereren.*

**6**
**Relæudgange**

Programmerbare relæudgange	FC 301, alle kW: 1/FC 302, alle kW: 2
Relæ 01 klemmenummer	1-3 (bryde), 1-2 (slutte)
Maks. klemmebelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 1-3 (NC), 1-2 (NO) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maks. klemmebelastning (AC-15) <sup>1)</sup> (induktiv belastning ved $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maks. klemmebelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 1-2 (NO), 1-3 (NC) (resistiv belastning)	60 V DC, 1 A
Maks. klemmebelastning (DC-13) <sup>1)</sup> (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Relæ 02 (kun FC 302) Klemmenummer	4-6 (bryde), 4-5 (slutte)
Maks. klemmebelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 4-5 (NO) (resistiv belastning) <sup>2)3)</sup> Overspændingskategori II	400 V AC, 2 A
Maks. klemmebelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 4-5 (NO) (induktiv belastning ved $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maks. klemmebelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 4-5 (NO) (resistiv belastning)	80 V DC, 2 A
Maks. klemmebelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 4-5 (NO) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Maks. klemmebelastning (AC-1) <sup>1)</sup> på 4-6 (NC) (resistiv belastning)	240 V AC, 2 A
Maks. klemmebelastning (AC-15) <sup>1)</sup> på 4-6 (NC) (induktiv belastning ved $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maks. klemmebelastning (DC-1) <sup>1)</sup> på 4-6 (NC) (resistiv belastning)	50 V DC, 2 A
Maks. klemmebelastning (DC-13) <sup>1)</sup> på 4-6 (NC) (induktiv belastning)	24 V DC, 0,1 A
Min. klemmebelastning på 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Miljø i overensstemmelse med EN 60664-1	overspændingskategori III/forureningsgrad 2

<sup>1)</sup> IEC 60947 del 4 og 5

*Relækontakterne er galvanisk adskilt fra resten af kredsløbet ved forstærket isolering (PELV).*

<sup>2)</sup> Overspændingskategori II

<sup>3)</sup> UL-applikationer 300 V AC 2A

**Ydelse for styrekort**

Scanningsinterval	1 ms
-------------------	------

**Styrekarakteristik**

Opløsning for udgangs-frekvens ved 0-590 Hz	$\pm 0,003$ Hz
Gentaget nøjagtighed for Præcis start/stop (klemme 18, 19)	$\leq \pm 0,1$ ms
Systemresponstid (klemme 18, 19, 27, 29, 32, 33)	$\leq 2$ ms
Hastighedsstyringsområde (åben sløjfe)	1:100 af synkron hastighed
Hastighedsstyringsområde (lukket sløjfe)	1:1.000 af synkron hastighed
Hastighedsnøjagtighed (åben sløjfe)	30-4.000 O/MIN: fejl $\pm 8$ O/MIN
Hastighedsnøjagtighed (lukket sløjfe), afhængigt af opløsningen for feedbackapparatet	0-6.000 O/MIN: fejl $\pm 0,15$ O/MIN
Momentstyringsnøjagtighed (hastighedsfeedback)	maks. fejl $\pm 5$ % af nominelt moment

*Alle styrekarakteristikker er baserede på en 4-polet asynkron motor*

## 6.2.6 Derating for omgivelsestemperatur

### 6.2.6.1 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingstype A

#### 60° AVM - Pulsbreddemodulering

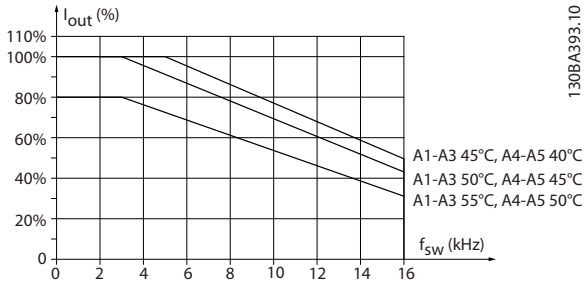


Illustration 6.2 Derating af  $I_{ud}$  for Forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstype A, ved brug af 60° AVM

#### SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

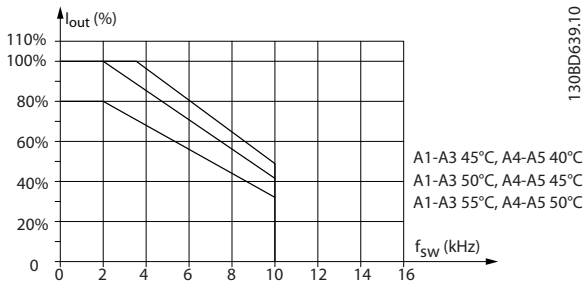


Illustration 6.3 Derating af  $I_{ud}$  for Forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstype A, ved brug af SFAVM

Ved brug af kun 10 m motorkabel eller mindre i kapslingstype A er mindre derating nødvendig. Dette er fordi længden på motorkablet har en relativt høj indvirkning på anbefalet derating.

#### 60° AVM

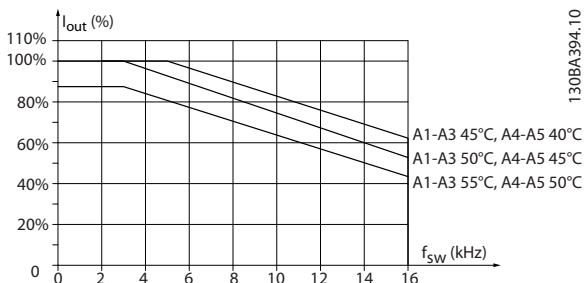


Illustration 6.4 Derating af  $I_{ud}$  for Forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstype A, ved brug af 60° AVM og maksimum 10 m motorkabel

#### SFAVM

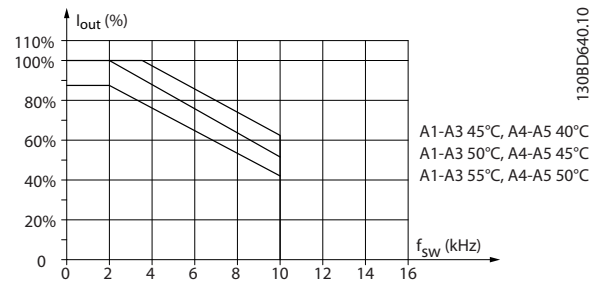


Illustration 6.5 Derating af  $I_{ud}$  for Forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstype A, ved brug af SFAVM og maksimum 10 m motorkabel

### 6.2.6.2 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingstype B

#### Kapslinger B, T2, T4 og T5

For kapslingstyper B og C afhænger derating også af overbelastningstilstanden valgt i 1-04 Overbelastnings-tilstand

#### 60° AVM - Pulsbreddemodulering

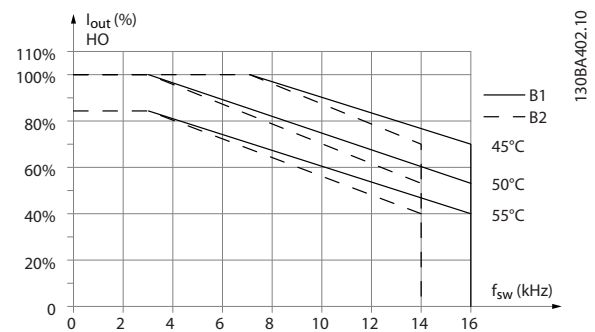


Illustration 6.6 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper B1 og B2, ved brug af 60° AVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

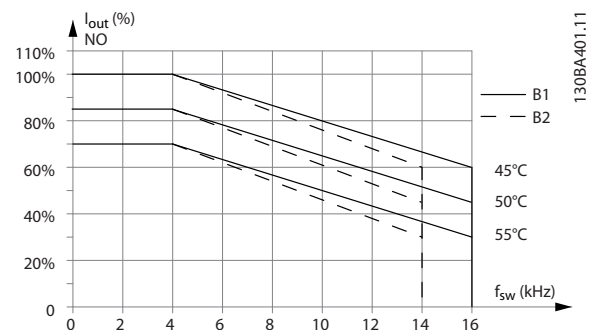


Illustration 6.7 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper B1 og B2, ved brug af 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

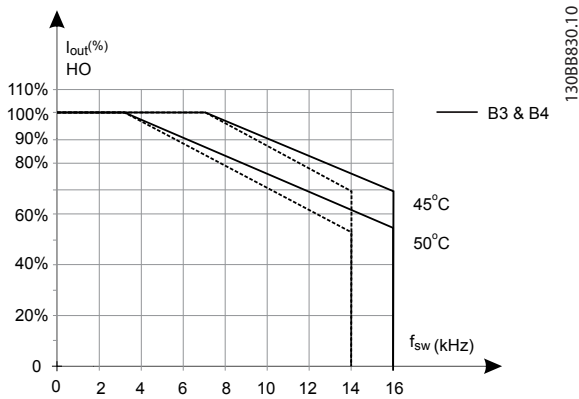


Illustration 6.8 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper B3 og B4, ved brug af 60° AVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

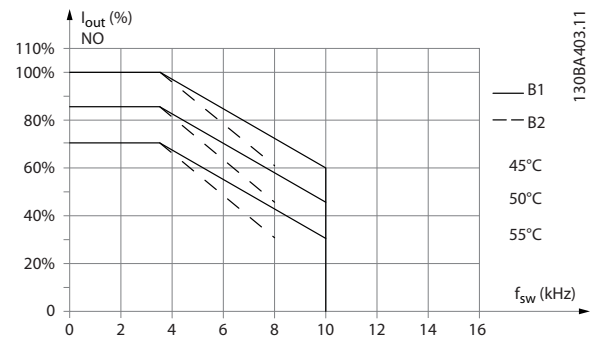


Illustration 6.11 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper B1 og B2, ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

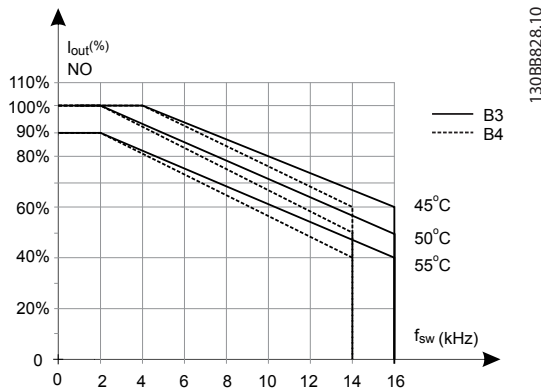


Illustration 6.9 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper B3 og B4, ved 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

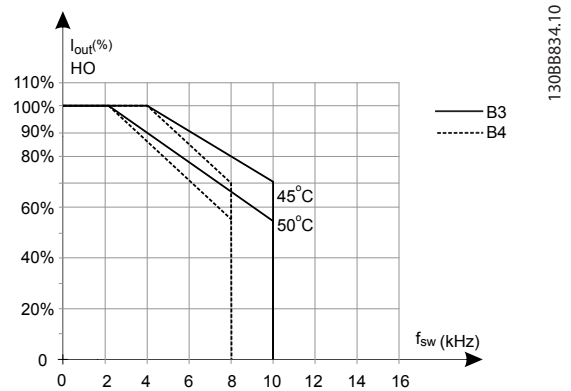


Illustration 6.12 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper B3 og B4, ved brug af SFAVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation

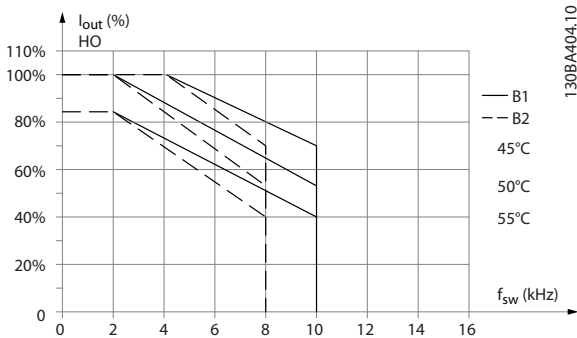


Illustration 6.10 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper B1 og B2, ved brug af SFAVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

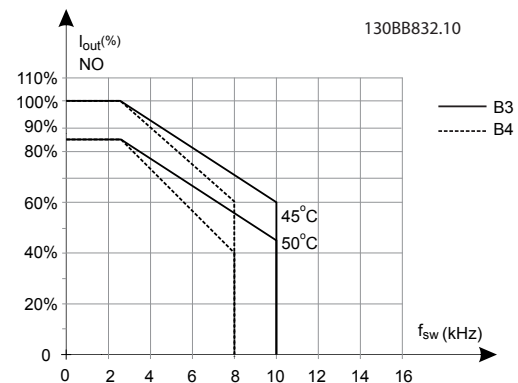


Illustration 6.13 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper B3 og B4, ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

**Kapslinger B, T6**

**60° AVM - Pulsbreddemodulering**

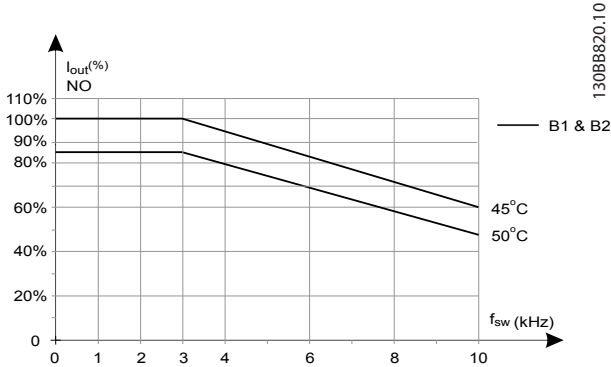


Illustration 6.14 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype B, 60° AVM, NO

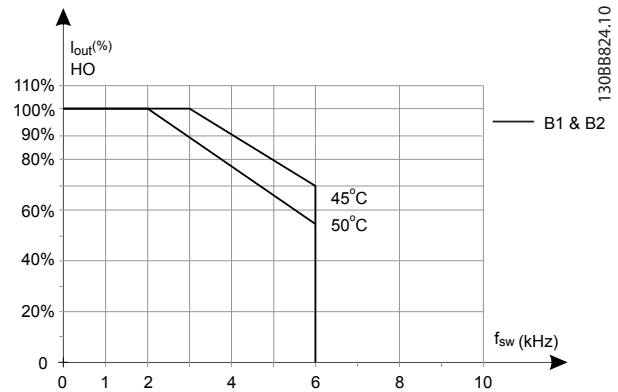


Illustration 6.17 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype B; SFAVM, HO

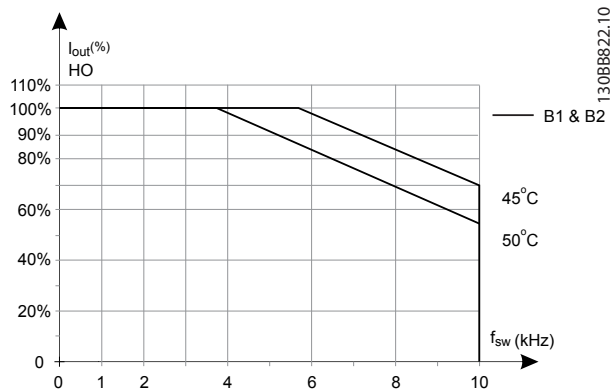


Illustration 6.15 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype B, 60° AVM, HO

**Kapslinger B, T7**

**Kapslinger B2 og B4, 525-690 V**

**60° AVM - Pulsbreddemodulering**

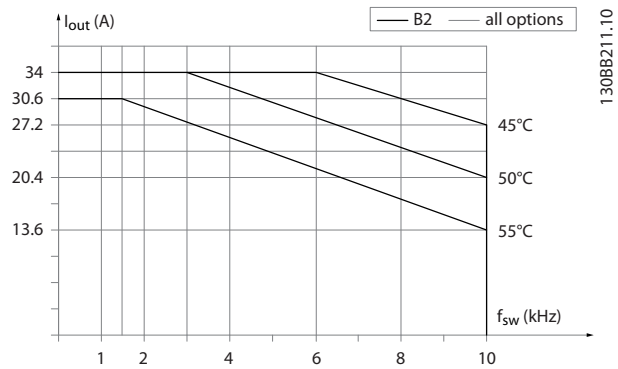


Illustration 6.18 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingstyper B2 og B4, 60° AVM. Bemærk: Grafen er tegnet med strømmen som absolut værdi og gælder for både høj og normal overbelastning.

**SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation**

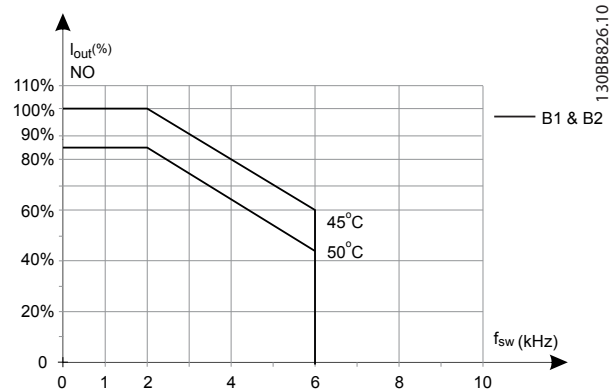


Illustration 6.16 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype B; SFAVM, NO

**SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation**

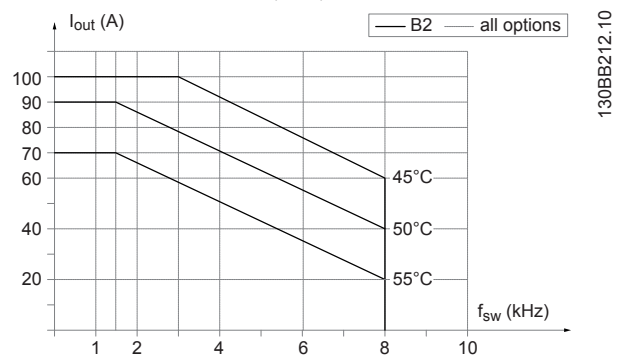


Illustration 6.19 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingstyper B2 og B4, SFAVM. Bemærk: Grafen er tegnet med strømmen som absolut værdi og gælder for både høj og normal overbelastning.

### 6.2.6.3 Derating for omgivelsestemperatur, kapslingstype C

#### Kapslinger C, T2, T4 og T5

#### 60° AVM - Pulsbreddemodulering

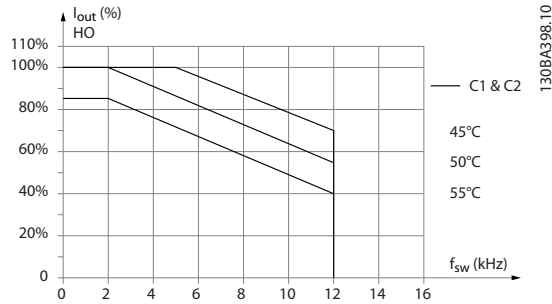


Illustration 6.20 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper C1 og C2, ved brug af 60° AVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

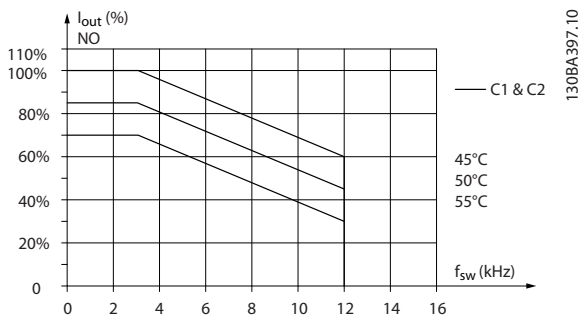


Illustration 6.21 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper C1 og C2, ved brug af 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

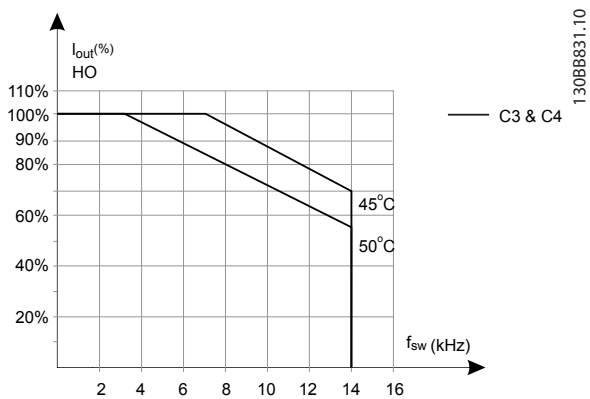


Illustration 6.22 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper C3 og C4, ved brug af 60° AVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

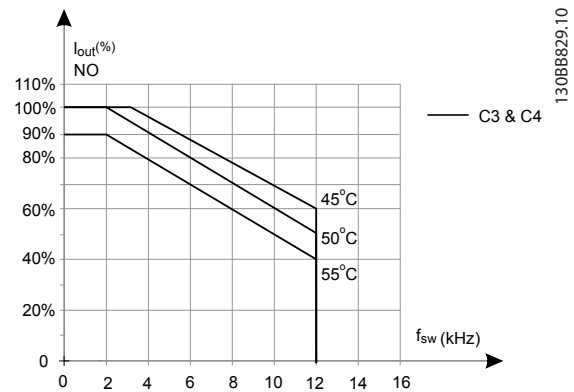


Illustration 6.23 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper C3 og C4, ved brug af 60° AVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

#### SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

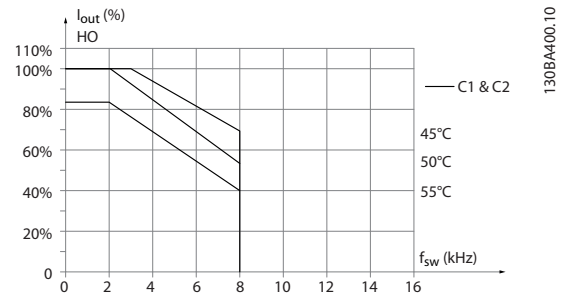


Illustration 6.24 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper C1 og C2, ved brug af SFAVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

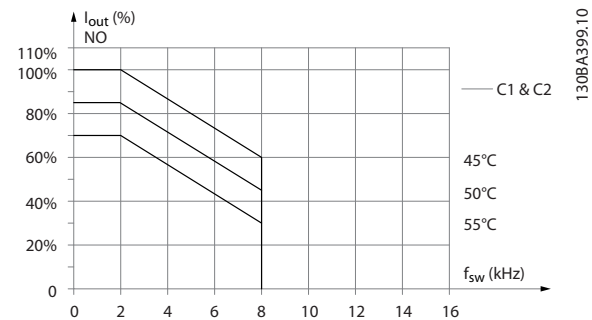


Illustration 6.25 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG}$ , MAKS for Kapslingstyper C1 og C2, ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)



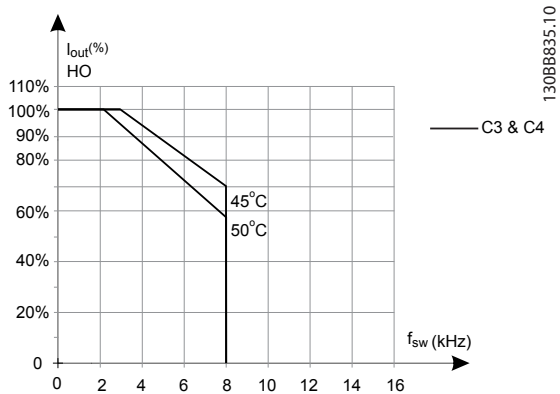


Illustration 6.26 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper C3 og C4, ved brug af SFAVM i høj overbelastningstilstand (160 % over moment)

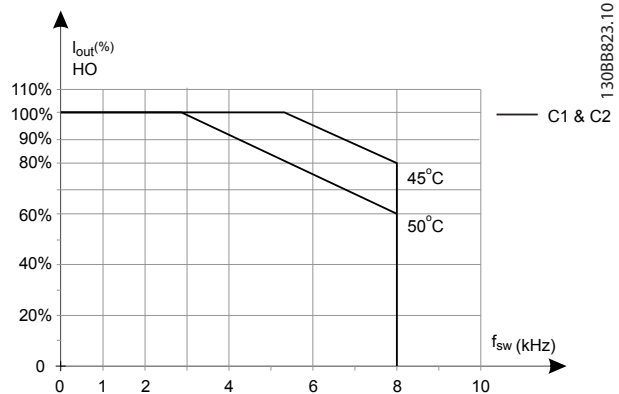


Illustration 6.29 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype C, 60° AVM, HO

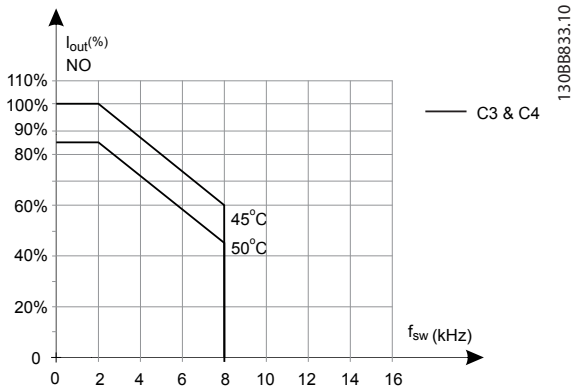


Illustration 6.27 Derating af  $I_{ud}$  for forskellig  $T_{OMG, MAKS}$  for Kapslingstyper C3 og C4, ved brug af SFAVM i normal overbelastningstilstand (110 % over moment)

SFAVM - Stator Frequency Asyncon Vector Modulation

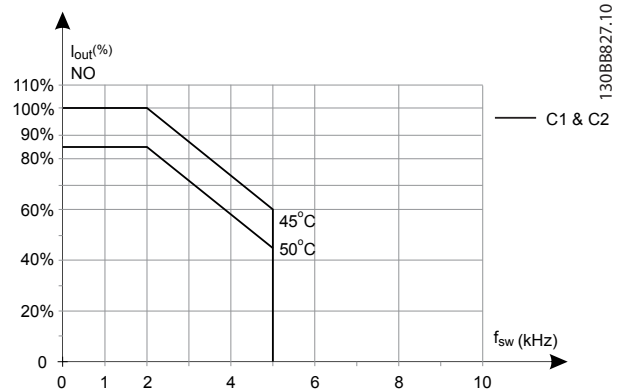


Illustration 6.30 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype C; SFAVM, NO

Kapslingstyper C, T6  
60° AVM - Pulsbreddemodulering

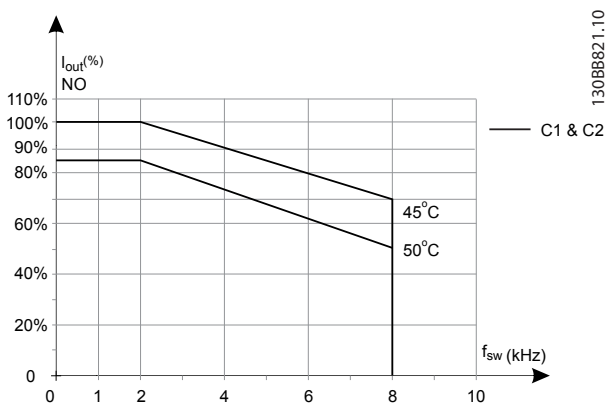


Illustration 6.28 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype C, 60° AVM, NO

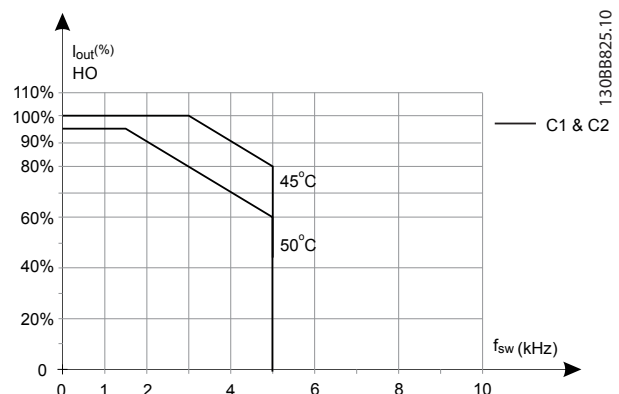
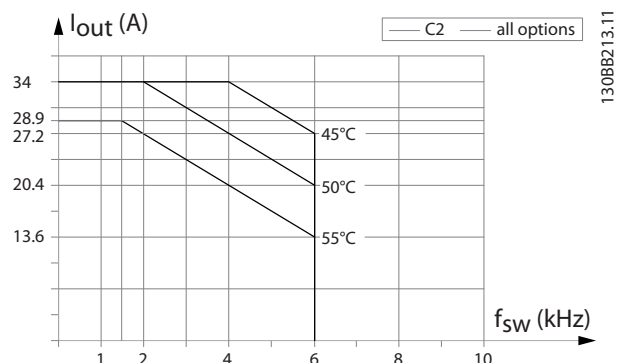
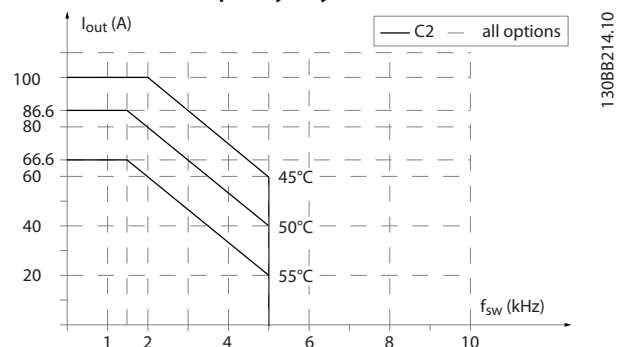


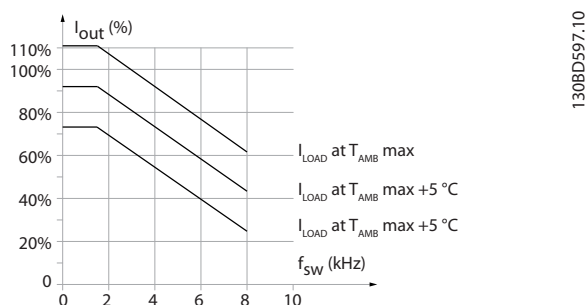
Illustration 6.31 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for 600 V-frekvensomformere, kapslingstype C; SFAVM, HO

**Kapslingstype C, T7**
**60° AVM - Pulsbreddemodulering**

**Illustration 6.32 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingstype C2, 60° AVM.**

Bemærk: Grafen er tegnet med strømmen som absolut værdi og gælder for både høj og normal overbelastning.

**SFAVM - Stator Frequency Asynron Vector Modulation**

**Illustration 6.33 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingstype C2, SFAVM.**

Bemærk: Grafen er tegnet med strømmen som absolut værdi og gælder for både høj og normal overbelastning.


**Illustration 6.34 Derating af udgangsstrøm med switchfrekvens og omgivelsestemperatur for kapslingstype C3**
**6.2.7 Målte værdier for dU/dt-test**

For at undgå skader på motorer, uden faseadskillelsepapir eller anden isoleringsforstærkning, der er bygget til frekvensomformerdrift, anbefales det kraftigt at montere et du/dt-filter eller et LC-filter på frekvensomformerens udgang.

Når en transistor i vekselretterbroen skifter, vil spændingen i motoren øges med et du/dt-forhold, der afhænger af:

- Motorinduktans
- Motorkabel (type, tværsnit, længde, skærmet eller uskærmet)

Den naturlige induktion medfører oversving i motorspids-spændingen, før den stabiliseres. Niveautet afhænger af spændingen i DC-linket.

Spidsspændingen på motorklemmerne forårsages af afbrydelse af IGBT'erne. Stigetid og spidsspændingen påvirker motorens levetid. Hvis spidsspændingen er for høj, påvirkes motorer uden spoelisolering negativt over tid.

Med korte motorkabler (få meter) er stigetiden og spidsspændingen lavere. Stigetid og spidsspændingen øges med kabellængden (100 m).

Frekvensomformereren overholder IEC 60034-25 og IEC 60034-17, hvad angår motordesign.

**200-240 V (T2)**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

**Tabel 6.13 P5K5T2**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

**Tabel 6.14 P7K5T2**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

**Tabel 6.15 P11KT2**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabel 6.16 P15KT2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabel 6.17 P18KT2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

Tabel 6.18 P22KT2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabel 6.19 P30KT2

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabel 6.20 P37KT2

**380-500 V (T4)**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabel 6.21 P1K5T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabel 6.22 P4K0T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabel 6.23 P7K5T4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabel 6.24 P11KT4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabel 6.25 P15KT4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

Tabel 6.26 P18KT4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

Tabel 6.27 P22KT4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabel 6.28 P30KT4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabel 6.29 P37KT4

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

Tabel 6.30 P45KT4

**380-500 V (T5)**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabel 6.31 P55KT5

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabel 6.32 P75KT5

**600 V (T6)**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabel 6.33 P15KT6

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabel 6.34 P30KT6

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabel 6.35 P75KT6

**525-690 V (T7)**

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
80	690	0,58	1,728	2369
130	690	0,93	1,824	1569
180	690	0,925	1,818	1570

Tabel 6.36 P7K5T7

Kabel-længde [m]	Net-spænding [V]	Stigetid [ $\mu$ s]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
6	690	0,238	1416	4739
50	690	0,358	1764	3922
150	690	0,465	1872	3252

Tabel 6.37 P45KT7

## 6.2.8 Virkningsgrad

### Frekvensomformerens virkningsgrad

Frekvensomformerens belastning påvirker kun i ringe grad dens virkningsgrad.

Dette betyder også, at frekvensomformerens virkningsgrad ikke ændres, når der vælges andre u/f-karakteristikker. U/f-karakteristikkerne påvirker imidlertid motorens virkningsgrad.

Virkningsgraden forringes en lille smule, når switchfrekvensen indstilles til en værdi over 5 kHz. Virkningsgraden mindskes også lidt, når motorkablet er længere end 30 m.

### Beregning af virkningsgrad

Frekvensomformerens virkningsgrad ved forskellige belastninger beregnes baseret på *Illustration 6.35*. Faktoren i denne graf skal ganges med den specifikke virkningsgradsfaktor, der er angivet i *kapitel 6.2 Generelle specifikationer*.

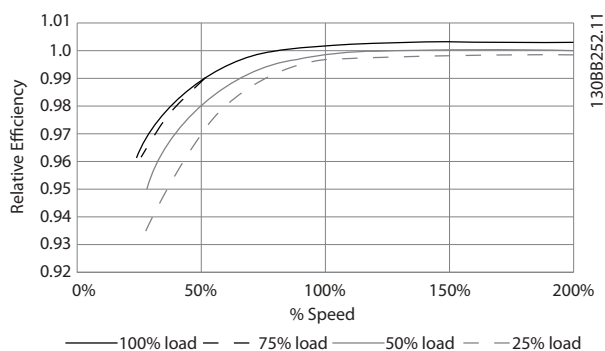


Illustration 6.35 Typiske virkningsgradskurver

Eksempel: Antag en 55 kW, 380-480 V AC frekvensomformer med 25 % belastning ved 50 % hastighed. Grafen viser 0,97. Den nominelle virkningsgrad for en 55 kW frekvensomformer er 0,98. Den faktiske virkningsgrad er derfor:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Motorvirkningsgrad

Virkningsgraden for en motor, der er sluttet til en frekvensomformer, afhænger af magnetiseringsniveauet. Motorens virkningsgrad afhænger af motortypen.

- Inden for et område på 75-100 % af det nominelle moment er motorens virkningsgrad så godt som konstant, både når den styres af frekvensomformerer, og når den kører direkte på netforsyningen.
- Påvirkningen fra U/f-karakteristikken på små motorer er marginal. I motorer fra 11 kW og op er fordelene for virkningsgraden imidlertid betydelige.
- Switchfrekvensen påvirker ikke virkningsgraden i små motorer. Virkningsgraden forbedres 1-2 % i motorer fra 11 kW og op. Dette sker, fordi motorstrømmens sinusform er næsten perfekt ved en høj switchfrekvens.

### Systemeffektivitet

Systemets virkningsgrad beregnes ved at gange frekvensomformerens virkningsgrad med motorens virkningsgrad.

## 6.2.9 Akustisk støj

Akustisk støj fra frekvensomformerer kommer fra tre kilder:

- DC-link (mellemkreds) spoler
- Drosselspole for RFI-filter
- Interne ventilatorer

Se *Table 6.38* vedrørende klassificering af akustisk støj.

Kapslingstype	50 % ventilatorhastighed [dBA]	Fuld ventilatorhastighed [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Table 6.38 Klassificering af akustisk støj

Værdier er målt 1 m fra apparatet.

## 7 Bestilling

### 7.1 Drevkonfigurator

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BB836.10

#### Illustration 7.1 Eksempel på en typekode

Brug den internetbaserede Drevkonfigurator til at konfigurere den ønskede frekvensomformer til den relevante applikation og generere typekodestrengen. Drevkonfiguratoren genererer automatisk et 8-cifret salgsnummer, der skal afleveres til den lokale salgsafdeling.

Det er desuden muligt at oprette en projektliste med flere produkter og sende den til en Danfoss-repræsentant.

Drevkonfiguratoren kan findes på den globale internetside: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 7.1.1 Typekode

Eksempel på en typekode:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXSXSSXXXA0BXCXXDXD0

Tegnenes betydning i strengen kan findes i *Tabel 7.1* og *Tabel 7.2*. I eksemplet ovenfor er en Profibus DP V1 og en 24 V backupoption indbygget.

Beskrivelse	Pos	Mulige valg
Produkt-gruppe	1-3	FC 30x
Frekvensom-formerserie	4-6	301: FC 301 302: FC 302
Nominel effekt	8-10	0,25-75 kW
Faser	11	Tre faser (T)
Netspænding	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
Kapsling	13-15	E20: IP20 E55: IP 55/NEMA Type 12 P20: IP20 (med bagplade) P21: IP21/NEMA Type 1 (med bagplade) P55: IP55/NEMA Type 12 (med bagplade) Z20: IP 20 <sup>1)</sup> E66: IP 66
RFI-filter	16-17	Hx: Der er ikke indbygget EMC-filtre i frekvensomformeren (kun 600 V-apparater) H1: Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1/B og EN/IEC 61800-3 Kategori 1/2 H2: Ikke noget yderligere EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A2 og EN/IEC 61800-3 Kategori 3 H3: H3 - integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1/B og EN/IEC 61800-3 Kategori 1/2 (kun kapslingstype A1) <sup>1)</sup> H4: Integreret EMC-filter. Overholder EN 55011 Klasse A1 og EN/IEC 61800-3 Kategori 2 H5: Marineversioner. Samme emissionsniveauer som H2-versioner

Beskrivelse	Pos	Mulige valg
Bremse	18	B: Bremsehopper medfølger X: Ingen bremsehopper medfølger T: Sikker standsning, ingen bremse <sup>1)</sup> U: Sikker standsning, bremsehopper <sup>1)</sup>
Display	19	G: Grafisk LCP-betjeningspanel N: Numerisk LCP-betjeningspanel X: Uden LCP-betjeningspanel
Coating af PCB	20	C: Coated PCB R: Robust X: Intet coated PCB
Netforsyningsoption	21	X: Ingen netforsyningsoption 1: Netafbryder 3: Netafbryder og sikring <sup>2)</sup> 5: Netafbryder, sikring og belastningsfordeling <sup>2, 3)</sup> 7: Sikring <sup>2)</sup> 8: Netforsyningsafbryder og belastningsfordeling <sup>3)</sup> A: Sikring og belastningsfordeling <sup>2, 3)</sup> D: Belastningsfordeling <sup>3)</sup>
Tilpasning	22	X: Standardkabelindgange O: Europæisk metrisk gevind i kabelindgange (kun A4, A5, B1, B2, C1, C2) S: Kabelindgange, britisk standard (kun A5, B1, B2, C1 og C2)
Tilpasning	23	X: Ingen tilpasning
Softwareversioner	24-27	SXXX: Seneste version – standardsoftware
Softwaresprog	28	X: Ikke brugt
<sup>1)</sup> FC 301/kun kapslingstype A1 <sup>2)</sup> Kun det amerikanske marked <sup>3)</sup> A- og B3-kapslinger har som standard indbygget belastningsfordeling		

**Tabel 7.1 Bestillingstypekode Kapslingstyper A, B og C**

Beskrivelse	Pos	Mulige valg
A-optioner	29-30	AX: Ingen A-option A0: MCA 101 Profibus DP V1 (standard) A4: MCA 104 DeviceNet (standard) A6: MCA 105 CANOpen (standard) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP AT: MCA 113 Profibus-omformer VLT 3000 AU: MCA 114 Profibus-omformer VLT 5000 AY: MCA 123 Powerlink A8: MCA 124 EtherCAT
B-optioner	31-32	BX: Ingen option BK: MCB 101 Universal I/O-option BR: MCB 102 Encoder-option BU: MCB 103 Resolver-option BP: MCB 105 Relæoption BZ: MCB 108 PLC-sikkerhedsbrugergrænseflade B2: MCB 112 PTC-termistorkort B4: MCB 114 VLT Sensor Input B6: MCB 150 Safe Option TTL B7: MCB 151 Safe Option HTL
C0-optioner	33-34	CX: Ingen option C4: MCO 305, Programmerbar bevægelsesstyreenhed

Beskrivelse	Pos	Mulige valg
C1-optioner	35	X: Ingen option R: MCB 113 Ekst. Relækort Z: MCA 140 Modbus RTU OEM-option
Software til C-option/E1-optioner	36-37	XX: Standardstyreenhed 10: MCO 350-synkroniseringsstyring 11: MCO 351-positioneringsstyring
D-optioner	38-39	DX: Ingen option D0: MCB 107 Ekstern 24 V DC-backup

**Tabel 7.2 Bestillingstypekode, Optioner**
**BEMÆRK!**

For effektstørrelser over 75 kW, se *VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW Design Guide*.

### 7.1.2 Sprog

Frekvensomformere leveres automatisk med en sprogpakke, der er relevant for den region, den bestilles fra. De fire regionale sprogpakker omfatter følgende sprog:

Sprogpakke 1	Sprogpakke 2	Sprogpakke 3	Sprogpakke 4
Engelsk	Engelsk	Engelsk	Engelsk
Tysk	Tysk	Tysk	Tysk
Fransk	Kinesisk	Slovensk	Spansk
Dansk	Koreansk	Bulgarsk	Engelsk, US
Hollandsk	Japansk	Serbisk	Græsk
Spansk	Thai	Rumænsk	Brasiliansk portugisisk
Svensk	Kinesisk, traditionel	Ungarsk	Tyrkisk
Italiensk	Bahasa-indonesisk	Tjekkisk	Polsk
Finsk		Russisk	

**Tabel 7.3 Sprogpakker**

Kontakt den lokale salgsafdeling for at bestille frekvensomformere med en anden sprogpakke.



## 7.2 Bestillingsnumre

### 7.2.1 Optioner og tilbehør

Beskrivelse	Bestillingsnr.	
	Ikke-coated	Coated
<b>Diverse hardware</b>		
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingstype A5	130B1028	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingstype B1	130B1046	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingstype B2	130B1047	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingstype C1	130B1048	
VLT® Sæt til montering gennem tavle for kapslingstype C2	130B1049	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingstype A5	130B1080	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingstype B1	130B1081	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingstype B2	130B1082	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingstype C1	130B1083	
VLT® Monteringskonsoller, kapslingstype C2	130B1084	
VLT® IP 21/Type 1-sæt, kapslingstype A1	130B1121	
VLT® IP 21/Type 1-sæt, kapslingstype A2	130B1122	
VLT® IP 21/Type 1-sæt, kapslingstype A3	130B1123	
VLT® IP 21/Type 1 Top-sæt, kapslingstype A2	130B1132	
VLT® IP 21/Type 1 Top-sæt, kapslingstype A3	130B1133	
VLT® Bagplade IP55/Type12, kapslingstype A5	130B1098	
VLT® Bagplade IP21/Type 1, IP55/Type 12, kapslingstype B1	130B3383	
VLT® Bagplade IP21/Type 1, IP55/Type 12, kapslingstype B2	130B3397	
VLT® Bagplade IP20/Type 1, kapslingstype B4	130B4172	
VLT® Bagplade IP21/Type 1, IP55/Type 12, kapslingstype C1	130B3910	
VLT® Bagplade IP21/Type 1, IP55/Type 12, kapslingstype C2	130B3911	
VLT® Bagplade IP20/Type 1, kapslingstype C3	130B4170	
VLT® Bagplade IP20/Type 1, kapslingstype C4	130B4171	
VLT® Bagplade IP66/Type 4X, kapslingstype A5	130B3242	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/Type 4X, kapslingstype B1	130B3434	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/Type 4X, kapslingstype B2	130B3465	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/Type 4X, kapslingstype C1	130B3468	
VLT® Bagplade i rustfrit stål IP66/Type 4X, kapslingstype C2	130B3491	
VLT® Profibus Adapter Sub-D9 Connector	130B1112	
Profibus sigtepladesæt til IP20, kapslingstyper A1, A2 og A3	130B0524	
Klemmeblok til DC-link-tilslutning på kapslingstyper A2/A3	130B1064	
VLT® Skrueklemmer	130B1116	
VLT® USB-forlængelse, 350 mm kabel	130B1155	
VLT® USB-forlængelse, 650 mm kabel	130B1156	
VLT® Kapsling A2 til 1 bremsemodstand	175U0085	
VLT® Kapsling A3 til 1 bremsemodstand	175U0088	
VLT® Kapsling A2 til 2 bremsemodstande	175U0087	
VLT® Kapsling A3 til 2 bremsemodstande	175U0086	
<b>LCP-betjeningspanel</b>		
VLT® LCP 101 Numerisk LCP	130B1124	
VLT® LCP 102 Grafisk LCP	130B1107	
VLT® Kabel til LCP 2, 3 m	175Z0929	
VLT® Tavlemonteringsæt til alle LCP-typer	130B1170	
VLT® Tavlemonteringsæt, grafisk LCP	130B1113	

Beskrivelse	Bestillingsnr.	
	Ikke-coated	Coated
VLT® Tavlemonteringssæt, numerisk LCP	130B1114	
VLT® LCP-monteringssæt, med/uden LCP	130B1117	
VLT® LCP-monteringssæt til blændplade IP55/66, 8 m	130B1129	
VLT® Grafisk LCP-betjeningspanel (LCP 102)	130B1078	
VLT® Blændplade, med Danfoss-logo, IP55/66	130B1077	
<b>Optioner til port A</b>		
VLT® Profibus DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CAN Open MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
<b>Optioner til port B</b>		
VLT® Universal I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoderindgang MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolverindgang MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relæoption MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC-termistorkort MCB 112		130B1137
VLT® Safe Option MCB 140	130B6443	
VLT® Safe Option MCB 141	130B6447	
VLT® Safe Option MCB 150		130B3280
VLT® Safe Option MCB 151		130B3290
<b>Monteringssæt til C-optioner</b>		
VLT® Monteringssæt til C-optioner, 40 mm, kapslingstyper A2/A3	130B7530	
VLT® Monteringssæt til C-optioner, 60 mm, kapslingstyper A2/A3	130B7531	
VLT® Monteringssæt til C-optioner, kapslingstype A5	130B7532	
VLT® Monteringssæt til C-optioner, kapslingstyper B/C/D/E/F (undtagen B3)	130B7533	
VLT® Monteringssæt til C-optioner, 40 mm, kapslingstype B3	130B1413	
VLT® Monteringssæt til C-optioner, 60 mm, kapslingstype B3	130B1414	
<b>Optioner til port C</b>		
VLT® Bevægelsesstyring MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synkroniseringsstyreenhed MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Positions styreenhed MCO 351	130B1153	120B1253
Center Winder-styreenhed	130B1165	130B1166
VLT® Udvidet relækort MCB 113	130B1164	130B1264
VLT® C-option Adapter MCF 106		130B1230
<b>Option til port D</b>		
VLT® 24 V DC-forsyning MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingstyper A2/A3	130B5645	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingstype B3	130B5764	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingstype B4	130B5765	
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingstype C3	130B6226	

Beskrivelse	Bestillingsnr.	
	Ikke-coated	Coated
VLT® Sæt til overvågning af lækstrøm, kapslingstype C4	130B5647	
<b>Pc-software</b>		
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 1 licens	130B1000	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 5 licenser	130B1001	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 10 licenser	130B1002	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 25 licenser	130B1003	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 50 licenser	130B1004	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 100 licenser	130B1005	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, >100 licenser	130B1006	
Optioner kan bestilles som fabriksmonterede. Se bestillingsoplysninger i <i>kapitel 7.1 Drevkonfigurator</i> .		

**Tabel 7.4 Bestillingsnumre for optioner og tilbehør**

## 7.2.2 Reservedele

Benyt VLT shop eller konfiguratoren for at finde de reservedele, der er tilgængelige for din version, [VLtShop.danfoss.com](http://VLtShop.danfoss.com).

## 7.2.3 Tilbehørsposer

Type	Beskrivelse	Bestillingsnr.
<b>Tilbehørsposer</b>		
Tilbehørspose A1	Tilbehørspose, kapslingstype A1	130B1021
Tilbehørspose A2/A3	Tilbehørspose, kapslingstype A2/A3	130B1022
Tilbehørspose A5	Tilbehørspose, kapslingstype A5	130B1023
Tilbehørspose A1-A5	Tilbehørspose, kapslingstyper A1-A5 Bremse- og belastningsfordelingsstik	130B0633
Tilbehørspose B1	Tilbehørspose, kapslingstype B1	130B2060
Tilbehørspose B2	Tilbehørspose, kapslingstype B2	130B2061
Tilbehørspose B3	Tilbehørspose, kapslingstype B3	130B0980
Tilbehørspose B4	Tilbehørspose, kapslingstype B4, 18.5-22 kW	130B1300
Tilbehørspose B4	Tilbehørspose, kapslingstype B4, 30 kW	130B1301
Tilbehørspose C1	Tilbehørspose, kapslingstype C1	130B0046
Tilbehørspose C2	Tilbehørspose, kapslingstype C2	130B0047
Tilbehørspose C3	Tilbehørspose, kapslingstype C3	130B0981
Tilbehørspose C4	Tilbehørspose, kapslingstype C4, 55 kW	130B0982
Tilbehørspose C4	Tilbehørspose, kapslingstype C4, 75 kW	130B0983

**Tabel 7.5 Bestillingsnumre for tilbehørsposer**

## 7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

## T2, Horizontal bremsning 10 % driftscyklus

FC 301				Horizontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skruke- lemme IP21	Skruke- lemme IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	166	188,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	121	138,4	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	29,1	32,3	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	25,9	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabel 7.6 T2, Horizontal bremsning 10 % driftscyklus

FC 301				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skruke- lemme IP21	Skruke- lemme IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	166	188,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	121	138,4	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	29,1	32,3	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	25,9	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabel 7.7 T2, Vertikal bremsning 40 % driftscyklus

FC 301				Horisontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsmodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	620	749,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	485	547,6	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	329	365,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,5	240	263,0	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	2,2	161	176,5	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	3	117	127,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	4	86,9	94,6	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	5,5	62,5	68,2	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	7,5	45,3	49,6	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	11	34,9	38,0	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	15	25,3	27,7	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	22	16,9	18,7	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	30	13,2	14,5	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	37	10,6	11,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	45	8,7	9,6	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6,6	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4,2	5,7	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

7

Tabel 7.8 T4, Horisontal bremsning 10 % driftscyklus

FC 301				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsmodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	620	749,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	0,75	485	547,6	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,1	329	365,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	1,5	240	263,0	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	2,2	161	176,5	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	3	117	127,9	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	4	86,9	94,6	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	5,5	62,5	68,2	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	7,5	45,3	49,6	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	11	34,9	38,0	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	15	25,3	27,7	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16,9	18,7	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13,2	14,5	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10,6	11,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8,7	9,6	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6,6	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4,2	5,7	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabel 7.9 T4, Vertikal bremsning 40 % driftscyklus

## 7.2.5 Bremsemodstande for FC 302

FC 302				Horizontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	188	215,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	130	158,1	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	31,5	37,0	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	29,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14,7
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabel 7.10 T2, Horizontal bremsning 10 % driftscyklus

FC 302				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	188	215,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	130	158,1	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	31,5	37,0	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	29,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabel 7.11 T2, Vertikal bremsning 40 % driftscyklus

FC 302				Horizontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skru- klemme IP21	Skru- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T5	0,55	620	928,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,75	558	678,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T5	1,1	382	452,5	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T5	1,5	260	325,9	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T5	2,2	189	218,6	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T5	3	135	158,5	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T5	4	99,0	117,2	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T5	5,5	72,0	84,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T5	7,5	50,0	61,4	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T5	11	36,0	41,2	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T5	15	27,0	30,0	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T5	22	18,0	20,3	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T5	30	13,4	15,8	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T5	37	10,8	12,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T5	45	8,8	10,4	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6,5	8,5	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4,2	6,2	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

7

Tabel 7.12 T5, Horizontal bremsning 10 % driftscyklus

FC 302				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skru- klemme IP21	Skru- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,55	620	928,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T5	0,75	558	678,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T5	1,1	382	452,5	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T5	1,5	260	325,9	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T5	2,2	189	218,6	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T5	3	135	158,5	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T5	4	99,0	117,2	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T5	5,5	72,0	84,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T5	7,5	50,0	61,4	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T5	11	36,0	41,2	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T5	15	27,0	30,0	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18,0	20,3	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13,4	15,8	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10,8	12,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8,8	10,4	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6,5	8,5	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4,2	6,2	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabel 7.13 T5, Vertikal bremsning 40 % driftscyklus

FC 302				Horizontal bremsning 10 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	914,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,1	550	611,3	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	380	441,9	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	2,2	260	296,4	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	3	189	214,8	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	4	135	159,2	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	5,5	99,0	114,5	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	7,5	69,0	83,2	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	11	48,6	56,1	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	15	35,1	40,8	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	18,5	27,0	32,9	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	22	22,5	27,6	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	30	17,1	21,4	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	37	13,5	17,3	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	45	10,8	14,2	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8,8	11,6	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6,6	8,4	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabel 7.14 T6, Horizontal bremsning 10 % driftscyklus

FC 302				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltv- ærsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termo- relæ [A]
Netfor- synings- type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T6	0,75	620	914,2	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,1	550	611,3	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	1,5	380	441,9	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	2,2	260	296,4	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	3	189	214,8	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	4	135	159,2	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	5,5	99,0	114,5	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	7,5	69,0	83,2	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	11	48,6	56,1	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	15	35,1	40,8	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	18,5	27,0	32,9	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22,5	27,6	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17,1	21,4	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13,5	17,3	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10,8	14,2	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8,8	11,6	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6,6	8,4	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabel 7.15 T6, Vertikal bremsning 40 % driftscyklus



FC 302				Vertikal bremsning 40 % driftscyklus							
Frekvensomformerdata				Data for bremsemodstand						Installation	
				R <sub>rec</sub> [Ω]	P <sub>br.cont.</sub> [kW]	Danfoss varenummer				Kabeltværsnit [mm <sup>2</sup> ]	Termorelæ [A]
Netforsynings-type	P <sub>m</sub> [kW]	R <sub>min</sub> [Ω]	R <sub>br.nom</sub> [Ω]			Ledning IP54	Skrue- klemme IP21	Skrue- klemme IP65	Bolt connection IP20		
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	69,7	76,2	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	15	46,8	55,5	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	18,5	36,0	44,7	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	22	29,0	37,5	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22,5	29,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18,0	23,5	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13,5	19,3	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13,5	15,7	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8,8	11,5	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57

**7**
**Tabel 7.16 T7, Vertikal bremsning 40 % driftscyklus**

Horisontal bremsning: Driftscyklus på 10 % og maksimum 120 sek repetitions-hastigheder i henhold til referencen for bremseprofil. Gennemsnit-effekt svarer til 6 %.

Vertikal bremsning: Driftscyklus på 40 % og maksimum 120 sek repetitions-hastigheder i henhold til referencen for bremseprofil. Gennemsnit-effekt svarer til 27 %.

Kabeltværsnit: Anbefalet min. værdi baseret på PVC-isoleret kobberkabel og en omgivelsestemperatur på 30 °C med normalt varmetab.

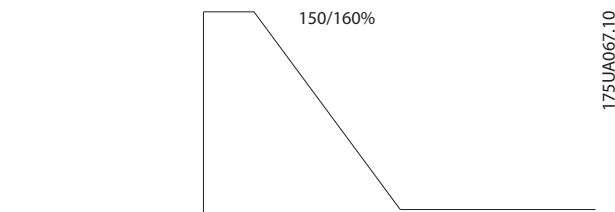
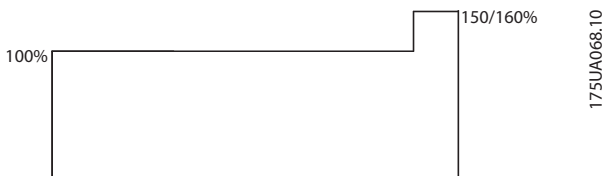
Al kabelføring skal overholde nationale og lokale bestemmelser vedrørende kabeltværsnit og omgivelsestemperatur.

Termorelæ: Bremsenstrømsindstilling for eksternt termorelæ. Alle modstande har en indbygget termorelækontakt N.C.

IP54 er med 1.000 mm fast uskærmet kabel. Vertikal og horisontal montering. Derating nødvendig ved horisontal montering.

IP21 og IP65 er med skrueklemme til kabelterminering. Vertikal og horisontal montering. Derating nødvendig ved horisontal montering.

IP20 er med bolt-tilslutning til kabelterminering. Gulvmontering.


**Illustration 7.2 Horisontale belastninger**

**Illustration 7.3 Vertikale belastninger**

## 7.2.6 Andre flat-pack bremsemodstande

FC 301	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br, nom</sub>	Flat-pack IP65 til horisontale transportbånd		
				R <sub>rec pr. genstand</sub>	Driftscyklus	Bestillingsnr.
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	281	330/100 eller 310/200	27 eller 55	1003 eller 0984
PK55	0,55	166	189	220/100 eller 210/200	20 eller 37	1004 eller 0987
PK75	0,75	121	138	150/100 eller 150/200	14 eller 27	1005 eller 0989
P1K1	1,1	81,0	92	100/100 eller 100/200	10 eller 19	1006 eller 0991
P1K5	1,5	58,5	66,5	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,3	35/200 eller 72/200	7 14	0994 eller 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 x 0996

 Tabel 7.17 Andre flat-packs for frekvensomformere med netforsyning  
 FC 301 Netforsyning: 200-240 V (T2)

7

FC 302	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br, nom</sub>	Flat-pack IP65 til horisontale transportbånd		
				R <sub>rec pr. genstand</sub>	Driftscyklus	Bestillingsnr.
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0,37	275	321	330/100 eller 310/200	27 eller 55	1003 eller 0984
PK55	0,55	188	216	220/100 eller 210/200	20 eller 37	1004 eller 0987
PK75	0,75	130	158	150/100 eller 150/200	14 eller 27	1005 eller 0989
P1K1	1,1	81,0	105,1	100/100 eller 100/200	10 eller 19	1006 eller 0991
P1K5	1,5	58,5	76,0	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 eller 72/200	7 eller 14	0994 eller 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	29,7	60/200	11	2 x 0996

 Tabel 7.18 Andre flat-packs for frekvensomformere med netforsyning  
 FC 302 Netforsyning: 200-240 V (T2)

FC 301	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br. nom</sub>	Flat-pack IP65 til horisontale transportbånd		
				R <sub>rec</sub> pr. genstand	Driftscyklus	Bestillingsnr.
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	548	620/100 eller 620/200	14 eller 27	1001 eller 0982
P1K1	1,1	329	365	430/100 eller 430/200	10 eller 20	1002 eller 0983
P1K5	1,5	240,0	263,0	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	176,5	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	127,9	150/200 eller 300/200	7 eller 14	0989 eller 2 x 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	63	68	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34,9	38,0	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25,3	27,7	72/240	4	2 x 0091

Tabel 7.19 Andre flat-packs for frekvensomformere med netforsyning  
FC 301 Netforsyning: 380-480 V (T4)

7

FC 302	P <sub>m</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br. nom</sub>	Flat-pack IP65 til horisontale transportbånd		
				R <sub>rec</sub> pr. genstand	Driftscyklus	Bestillingsnr.
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0,75	558	678	620/100 eller 620/200	14 eller 27	1001 eller 0982
P1K1	1,1	382	453	430/100 eller 430/200	10 eller 20	1002 eller 0983
P1K5	1,5	260,0	325,9	310/200	14	0984
P2K2	2,2	189,0	218,6	210/200	10	0987
P3K0	3	135,0	158,5	150/200 eller 300/200	7 eller 14	0989 eller 2 x 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	72	84	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	50	61	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	36,0	41,2	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	27,0	30,0	72/240	4	2 x 0091

Tabel 7.20 Andre flat-packs for frekvensomformere med netforsyning  
FC 302 Netforsyning: 380-500 V (T5)

IP65 er en flat-pack-type med fast kabel.

## 7.2.7 Harmoniske filtre

Harmoniske filtre bruges til at reducere harmonisk strøm på nettet.

- AHF 010: 10 % strømforvrængning
- AHF 005: 5 % strømforvrængning

### Køling og ventilation

IP20: Afkøles ved naturlig konvektion eller med indbyggede ventilatorer. IP00: Yderligere tvungen køling er påkrævet. Sørg for at sikre tilstrækkelig luftstrøm gennem filteret under installation for at undgå overophedning af filteret. Luftstrøm på minimum 2 m/s er påkrævet gennem filteret.

Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering		Bestillingsnr. AHF 005		Bestillingsnr. AHF 010	
[kW]	[A]		[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027	
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058	
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059	
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089	
P18K	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094	
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111	
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176	
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180	
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201	
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204	
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207	

Tabel 7.21 Harmoniske filtre for 380-415 V, 50 Hz

Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering		Bestillingsnr. AHF 005		Bestillingsnr. AHF 010	
[kW]	[A]		[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262	
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265	
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268	
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294	
P18K	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297	
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303	
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445	
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459	
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488	
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489	
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498	

Tabel 7.22 Harmoniske filtre for 380-415 V, 60 Hz

Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering		Bestillingsnr. AHF 005		Bestillingsnr. AHF 010		
			60 Hz						
[kW]	[A]	[kW]	[A]			IP00	IP20		
PK37-P4K0	1-7,4	3	10			130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9,9+13	7,5	14			130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19			130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25			130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18,5	31			130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36			130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48			130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60			130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73			130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95			130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118			130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

**Tabel 7.23 Harmoniske filtre for 440-480 V, 60 Hz**

Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering		Bestillingsnr. AHF 005		Bestillingsnr. AHF 010		
			60 Hz						
[kW]	[A]	[kW]	[A]			IP00	IP20		
P11K	15	10	15			130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16,4	20			130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24			130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29			130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36			130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50			130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58			130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77			130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87			130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

**Tabel 7.24 Harmoniske filtre, 600 V, 60 Hz**

Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Effekt og strømklassifiseringer		Typisk motor	Filtrets strømklassifisering		Bestillingsnr. AHF 005		Bestillingsnr. AHF 010	
			551-690 V			50 Hz					
500-550 V											
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20	
P11K	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280	
P15K	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281	
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282	
P22K	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283	
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284	
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285	
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286	
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287	
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288	

**Tabel 7.25 Harmoniske filtre til 500-690 V, 50 Hz**

## 7.2.8 Sinusfiltre

Frekvensomformereffekt og strømklassificeringer						Filtrets strømklassificering			Switch-frekvens	Bestillingsnr.	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8						
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2						
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130						
45	170	90	177								

Tabel 7.26 Sinusfiltre til frekvensomformere med 380-500 V

<sup>1)</sup> Bestillingsnumre markeret med \* er IP23.

Frekvensomformereffekt og strømklassificeringer						Filtrets strømklassificering			Switch-frekvens	Bestillingsnr.	
525-600 V		690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23 <sup>1)</sup>
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	-	-	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2								
1,5	2,7	2,2	3,2								
2,2	3,9	3,0	4,5								
3	4,9	4,0	5,5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5								
5,5	9	7,5	10								
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabel 7.27 Sinusfiltre til frekvensomformere med 525-690 V

<sup>1)</sup> Bestillingsnumre markeret med \* er IP23.

Parameter	Indstilling
14-00 Koblingsmønster	[1] SFAVM
14-01 Koblingsfrekvens	Indstillet i henhold til det enkelte filter. Anført ved produktmærkat for filter og i udgangfiltermanual. Sinusfiltre tillader ikke lavere switchfrekvens end angivet for det individuelle filter.
14-55 Udgangfilter	[2] Sinusfilter fast
14-56 Kapacitetsudgangfilter	Indstillet i henhold til det enkelte filter. Anført ved produktmærkat for filter og i udgangfiltermanual (kun nødvendigt ved FLUX-drift).
14-57 Induktansudgangfilter	Indstillet i henhold til det enkelte filter. Anført ved produktmærkat for filter og i udgangfiltermanual (kun nødvendigt ved FLUX-drift).

Tabel 7.28 Parameterindstillinger til sinusfilterdrift

## 7.2.9 dU/dt-filtre

200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		Filtrets strømklassificering [V]				Bestillingsnr.		
		[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	380 ved 60 Hz 200-400/ 440 ved 50 Hz	460/480 ved 60 Hz 500/525 ved 50 Hz	575/600 ved 60 Hz	690 ved 50 Hz	IP00	IP20*	IP54
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6							
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	3	4,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	4	5,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	5,5	7,5							
-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13							
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34							
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62							
-	-	-	-	-	-	-	-	75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108							
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

\* Dedikerede A3-kapslingstyper, der understøtter fodmontering og bookstyle-montering. Fast skærmet kabeltilslutning til frekvensomformereren.

Tabel 7.29 dU/dt-filtre til 200-690 V



Parameter	Indstilling
14-01 Koblingsfrekvens	Højere switchfrekvens ved drift end angivet i det individuelle filter frarådes.
14-55 Udgangsfiler	[0] Uden filter
14-56 Kapacitetsudgangsfiler	Ikke brugt
14-57 Induktansudgangsfiler	Ikke brugt

Tabel 7.30 Parameterindstillinger for dU/dt-filerdrift

## 8 Mekanisk montering

### 8.1 Sikkerhed

Se *kapitel 2 Sikkerhed* for generelle sikkerhedsinstruktioner.

#### **ADVARSEL**

Vær opmærksom på de krav, der gælder for ind- og frembygningssæt. Læs oplysningerne i listen for at undgå alvorlige skader og skader på udstyret, især hvis der monteres store apparater.

#### **BEMÆRK!**

Frekvensomformeren køles ved hjælp af luftcirkulation. For at apparatet ikke skal overophede, skal det sikres, at omgivelsestemperaturen ikke overstiger den maksimale temperatur, der er angivet for frekvensomformeren, og at gennemsnitstemperaturen over en 24-timers gennemsnitsperiode ikke overskrides. Find den maksimale temperatur i *kapitel 6.2.3 Omgivelsesforhold*. 24-timers gennemsnitstemperaturen er 5 °C under den maksimale temperatur.

## 8.2 Mekaniske mål

Kapslingstype	A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4	
Power [kW]	200-240 V	0,25-1,5	0,25-2,2		3-3,7		0,25-2,2	0,25-3,7	5,5-7,5	11	5,5-7,5	11-15
	380-480/500 V	0,37-1,5	0,37-4,0		5,5-7,5		0,37-4	0,37-7,5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-600 V				0,75-7,5			0,75-7,5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-690 V				1,1-7,5				11-22			11-30
Illustrationer												
IP	20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	
NEMA	Chassis	Chassis	Type 1	Chassis	Type 1	Type 12/4X	Type 12/4X	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassis	Chassis	
<b>Højde [mm]</b>												
Højde på bagplade	A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
Højde med frakoblingsplade til Fieldbus-kabler	A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
Afstand mellem monteringshullerne	a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495
<b>Bredde [mm]</b>												
Bredde på bagplade	B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
Bredde på bagplade med én C-option	B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
Bredde på bagplade med to C-optioner	B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
Afstand mellem monteringshullerne	b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200
<b>Dybde [mm]</b>												
Dybde uden option A/B	C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
Med option A/B	C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
<b>Skruerhuller [mm]</b>												
c	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8	-
d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
e	ø5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5
f	5	9	9	6,5	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15
<b>Maks. vægt [kg]</b>	2,7	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13,5/14,2	23	27	12	23,5	
<b>Tilspændingsmoment for frontpanel [Nm]</b>												
Plasticafdækning (lav IP)	Klik	Klik		Klik		-	-	Klik	Klik	Klik	Klik	
Metalafdækning (IP55/66)	-	-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-	
Illustration 8.1 Øverste og nederste monteringshuller (kun B4, C3 og C4)												

Tabel 8.1 Mekaniske mål, kapslingstyper A og B

Kapslingstype		C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	200-240 V	15-22	30-37	18,5-22	30-37	-
	380-480/500 V	30-45	55-75	37-45	55-75	-
	525-600 V	30-45	55-90	37-45	55-90	-
	525-690 V		30-75	37-45		55-75
Illustrationer						
IP		21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA		Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassis	Chassis	Chassis
<b>Højde [mm]</b>						
Højde på bagplade	A	680	770	550	660	909
Højde med frakoblingsplade til Fieldbus-kabler	A	-	-	630	800	-
Afstand mellem monteringshullerne	a	648	739	521	631	-
<b>Bredde [mm]</b>						
Bredde på bagplade	B	308	370	308	370	250
Bredde på bagplade med én C-option	B	308	370	308	370	-
Bredde på bagplade med to C-optioner	B	308	370	308	370	-
Afstand mellem monteringshullerne	b	272	334	270	330	-
<b>Dybde [mm]</b>						
Dybde uden option A/B	C	310	335	333	333	275
Med option A/B	C	310	335	333	333	275
<b>Skruenhuller [mm]</b>						
	c	12,5	12,5	-	-	-
	d	ø19	ø19	-	-	-
	e	ø9	ø9	8,5	8,5	-
	f	9,8	9,8	17	17	-
<b>Maks. vægt [kg]</b>		45	65	35	50	62
<b>Tilspændingsmoment for frontpanel [Nm]</b>						
Plasticafdækning (lav IP)		Klik	Klik	2,0	2,0	-
Metalfafdækning (IP55/66)		2,2	2,2	2,0	2,0	-

Illustration 8.1 Øverste og nederste monteringshuller (kun B4, C3 og C4)

Tabel 8.2 Mekaniske mål, kapslingstyper C og D

**BEMÆRK!**

Frekvensomformeren leveres med en tilbehørspose med alle nødvendige monteringsbeslag, skruer og stik.

## 8.2.1 Mekanisk montering

### 8.2.1.1 Mindsteafstand

Alle kapslingstyper tillader side-om-side-installation, undtagen når et IP21/IP4X/TYPE 1-kapslingssæt anvendes (se kapitel 11 *Optioner og tilbehør*).

#### Montering side-om-side

Kapslingstyper IP20 A og B kan opstilles side-om-side uden frirum mellem dem, men monteringsrækkefølgen er vigtigt. *Illustration 8.1* viser, hvordan kapslingerne monteres korrekt.

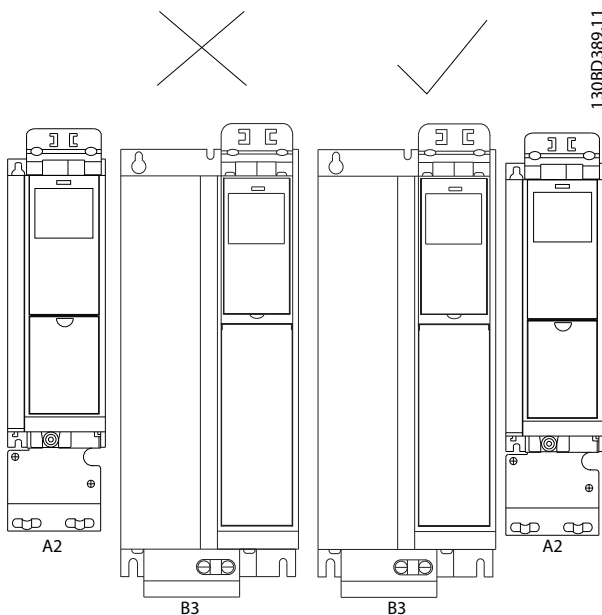


Illustration 8.1 Korrekt side-om-side-montering

Hvis der anvendes et IP21-kapslingssæt på kapslingstyper A1, A2 eller A3, skal der være luft mellem frekvensomformerne på min. 50 mm.

Der opnås optimale køleforhold, når der sørges for fri luftpassage over og under frekvensomformerene. Se *Tabel 8.3*.

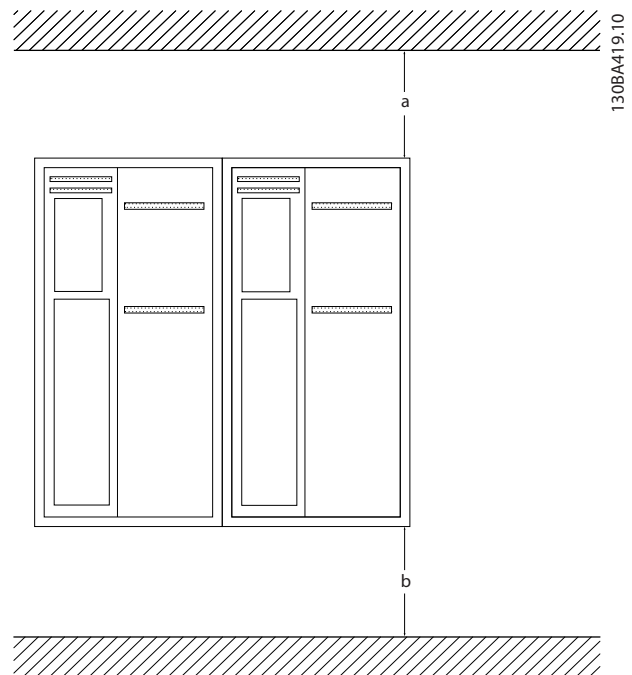


Illustration 8.2 Mindsteafstand

Kapslingstype	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Tabel 8.3 Luftpassage for forskellige kapslingstyper

### 8.2.1.2 Vægmontering

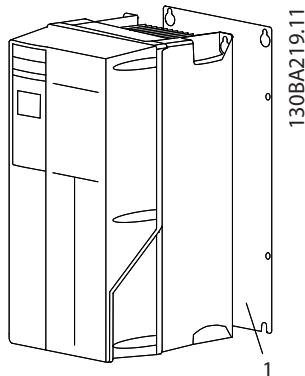
Når der monteres på en solid bagvæg, er installationen nem.

1. Bor hullerne i henhold til de opgivne mål.
2. Sørg for at bruge skruer, der passer til den overflade, som frekvensomformerene skal monteres på. Efterspænd alle fire skruer.

Hvis frekvensomformerene skal monteres på en ikke-massiv bagvæg, skal frekvensomformerene udstyres med en bagplade "1", da kølepladen ikke vil yde tilstrækkelig køling.

**BEMÆRK!**

Bagpladen er kun relevant for A4, A5, B1, B2, C1 og C2.

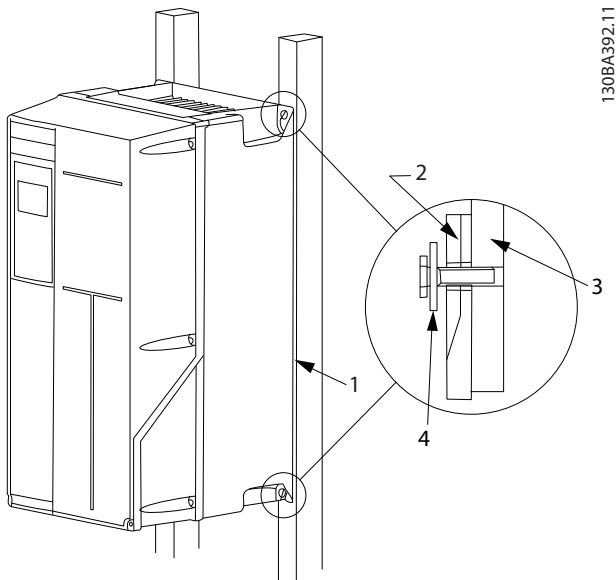


1	Bagplade
---	----------

Illustration 8.3 Montering på en ikke-massiv bagvæg kræver en bagplade

8

For frekvensomformere med IP66 er det nødvendigt at være ekstra forsigtig og sørge for, at den korrosionsresistente overflade bevares. En fiberspændeskive eller en nylonspændeskive kan bruges til at beskytte epoxy-coatingen.



1	Bagplade
2	IP66 frekvensomformer
3	Bundplade
4	Fiberspændeskive

Illustration 8.4 Montering på ikke-massiv bagvæg

## 9 Elektrisk installation

### 9.1 Sikkerhed

Se *kapitel 2 Sikkerhed* for generelle sikkerhedsinstruktioner.

#### **ADVARSEL**

##### INDUCERET SPÆNDING

Induceret spænding fra udgangsmotorkabler, der løber sammen, kan oplade apparatets kondensatorer, selv når apparatet er slukket og spærret. Hvis motorkablerne ikke føres hver for sig, eller hvis der ikke bruges skærmede kabler, kan det resultere i død eller alvorlig personskaade.

- før motorkabler enkeltvist, eller
- brug skærmede kabler

#### **FORSIGTIG**

##### FARE FOR STØD

Frekvensomformereren kan forårsage en DC-strøm i PE-lederen.

- Når der anvendes en fejlstrømsafbryder (RCD) som beskyttelse mod elektrisk stød, må der kun anvendes en Type B-fejlstrømsafbryder på forsyningsiden.

Hvis anbefalingen ikke følges, er det muligt, at RCD ikke giver den tilsigtede beskyttelse.

#### **ADVARSEL**

##### FARLIG LÆKSTRØM

Lækstrømmene overstiger 3,5 mA. Hvis frekvensomformereren ikke jordes korrekt, kan det resultere i død eller alvorlig personskaade.

- Sørg for, at udstyret jordes korrekt af en autoriseret elektriker.

##### For elektrisk sikkerhed

- Frekvensomformereren skal jordes i henhold til gældende standarder og direktiver.
- Brug en dedikeret jordledning til netforsyning-, motoreffekt- og styreledningsføring.
- En frekvensomformer må ikke jordes til en anden med serieforbindelse.
- Hold jordtilslutningsledningerne så korte som muligt.

- Følg motorproducentens krav til motorkabler.
- Minimum kabeltværsnit: 10 mm<sup>2</sup> (eller 2 normerede jordledninger, der termineres separat).

##### For EMC-korrekt installation

- Sørg for elektrisk kontakt mellem kabelskærmen og frekvensomformerens kapsling ved hjælp af metalkabelbøsninger eller bøjlerne på udstyret (see *kapitel 9.4 Motortilslutning*).
- Brug ledninger med mange tråde for at reducere elektrisk forstyrrelse.
- Brug ikke pigtails.

#### **BEMÆRK!**

##### POTENTIALEUDLIGNING

Risiko for elektriske forstyrrelser når jordpotentialet mellem frekvensomformereren og systemet afviger fra hinanden. Monter udligningskabler mellem systemets komponenter. Anbefalet kabeltværsnit: 16 mm<sup>2</sup>.

#### **ADVARSEL**

##### FARLIG LÆKSTRØM

Lækstrømmene overstiger 3,5 mA. Hvis frekvensomformereren ikke jordes korrekt, kan det resultere i død eller alvorlig personskaade.

- Sørg for, at udstyret jordes korrekt af en autoriseret elektriker.

### 9.2 Kabler

#### **BEMÆRK!**

##### Kabler generelt

Al kabelføring skal overholde nationale og lokale bestemmelser vedrørende kabeltværsnit og omgivelsestemperatur. Der anbefales kobberledere (75 °C).

##### Aluminiumledere

Klemmerne kan bruge aluminiumledere, men lederoverfladen skal være ren og oxidationsfri. Den skal forsegles med syrefri vaseline, inden lederen tilsluttes.

Klemskruen skal desuden efterspændes efter to dage, fordi aluminiummet et blødt. Det er absolut nødvendigt, at tilslutningen holdes gastæt, da aluminiumoverfladen ellers vil oxidere igen.

## 9.2.1 Tilspændingsmoment

Kapslingst type	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525-690 V [kW]	Kabel til	Tilspændingsmoment [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordeling, motorkabler	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0,37-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0,37-4	-		
A5	3-3,7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordeling, motorkabler	1,8
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
B2	11	18,5-22	11-22	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordelingskabler	4,5
				Motorkabler	4,5
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
B3	5.5-7.5	11-15	-	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordeling, motorkabler	1,8
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
B4	11-15	18,5-30	11-30	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordeling, motorkabler	4,5
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
C1	15-22	30-45	-	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordelingskabler	10
				Motorkabler	10
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
C2	30-37	55-75	30-75	Netforsyning, motorkabler	14 (op til 95 mm <sup>2</sup> ) 24 (over 95 mm <sup>2</sup> )
				Belastningsfordeling, bremsekabler	14
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
C3	18,5-22	30-37	37-45	Netforsyning, bremsemodstand, belastningsfordeling, motorkabler	10
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3
C4	37-45	55-75	-	Netforsyning, motorkabler	14 (op til 95 mm <sup>2</sup> ) 24 (over 95 mm <sup>2</sup> )
				Belastningsfordeling, bremsekabler	14
				Relæ	0.5-0.6
				Jord	2-3

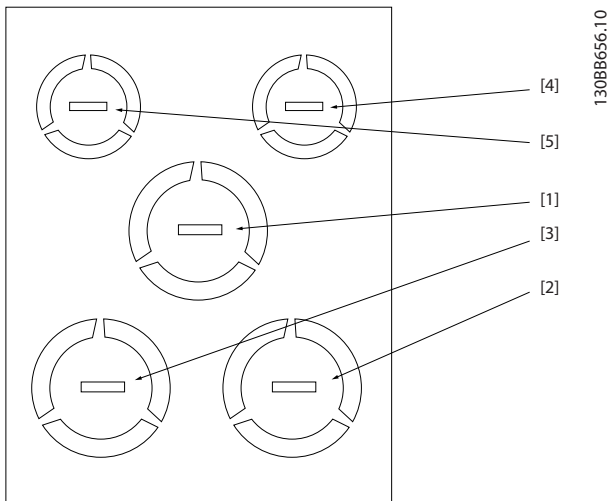
Tabel 9.1 Tilspændingsmoment for kabler

## 9.2.2 Indgangshuller

1. Fjern kabelindgangen fra frekvensomformeren (undgå, at der falder fremmedlegemer ind i frekvensomformeren, når udstansninger fjernes).
2. Kabelindgang skal understøttes omkring den udstansning, som skal fjernes.
3. Udstansningen kan nu fjernes med en kraftig rørdorn og en hammer.
4. Fjern møtrikken fra hullet.
5. Montér kabelindgangen på frekvensomformeren.

Den foreslåede brug af hullerne er anbefalinger, men der kan anvendes andre løsninger. Ubrugte kabelindgangshuller kan lukkes med gummyller (for IP21).



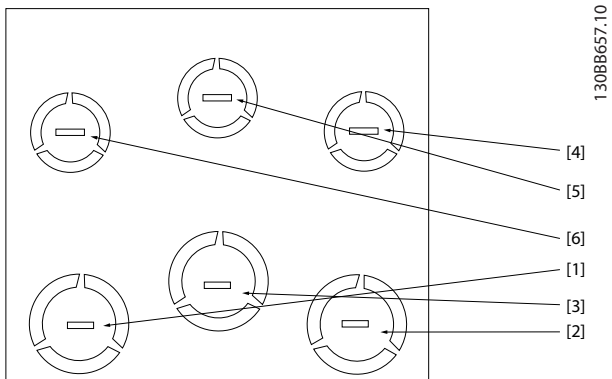


130BB656.10

Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4) Styreledning	1/2	22,5	M20
5) Styreledning	1/2	22,5	M20

<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm

Illustration 9.1 A2 - IP21

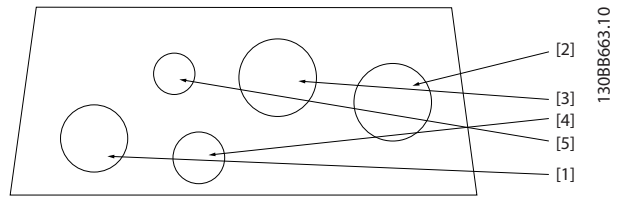


130BB657.10

Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4) Styreledning	1/2	22,5	M20
5) Styreledning	1/2	22,5	M20
6) Styreledning	1/2	22,5	M20

<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm

Illustration 9.2 A3 - IP21

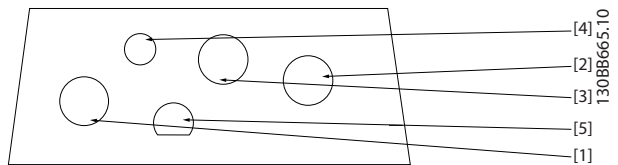


130BB663.10

Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/belastningsfordeling	3/4	28,4	M25
4) Styreledning	1/2	22,5	M20
5) Fjernet	-	-	-

<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm

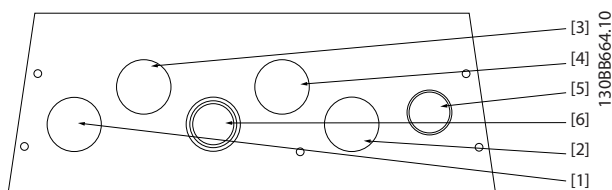
Illustration 9.3 A4 - IP55



130BB665.10

Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1) Netforsyning	M25
2) Motor	M25
3) Bremse/belastningsfordeling	M25
4) Styreledning	M16
5) Styreledning	M20

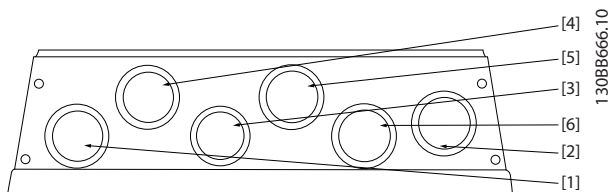
Illustration 9.4 A4 - IP55 kabelbøsningshul med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Bremse/ belastningsfor- deling	3/4	28,4	M25
4) Styreledning	3/4	28,4	M25
5) Styreledning <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25
6) Styreledning <sup>2)</sup>	3/4	28,4	M25

<sup>1)</sup> Tolerance  $\pm 0,2$  mm  
<sup>2)</sup> Udstansningshul

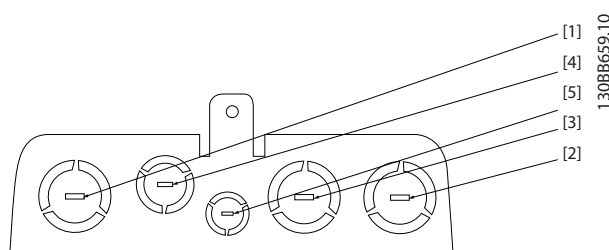
Illustration 9.5 A5 – IP55



Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1) Netforsyning	M25
2) Motor	M25
3) Bremse/belastningsfordeling	28,4 mm <sup>1)</sup>
4) Styreledning	M25
5) Styreledning	M25
6) Styreledning	M25

<sup>1)</sup> Udstansningshul

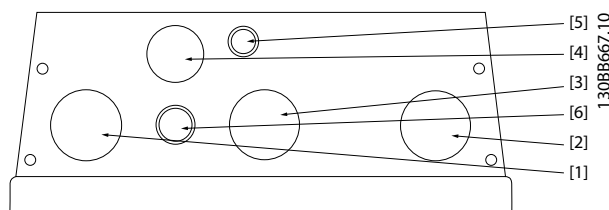
Illustration 9.6 A5 - IP55 kabelbøsningshuller med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ belastningsfor- deling	1	34,7	M32
4) Styreledning	1	34,7	M32
5) Styreledning	1/2	22,5	M20

<sup>1)</sup> Tolerance  $\pm 0,2$  mm

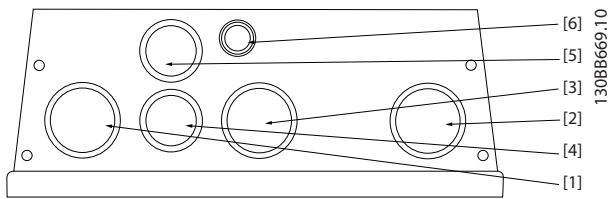
Illustration 9.7 B1 – IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ belastningsfor- deling	1	34,7	M32
4) Styreledning	3/4	28,4	M25
5) Styreledning	1/2	22,5	M20
5) Styreledning <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20

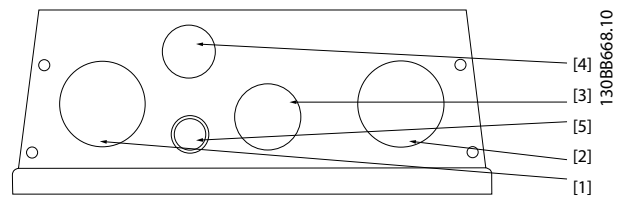
<sup>1)</sup> Tolerance  $\pm 0,2$  mm  
<sup>2)</sup> Udstansningshul

Illustration 9.8 B1 – IP55



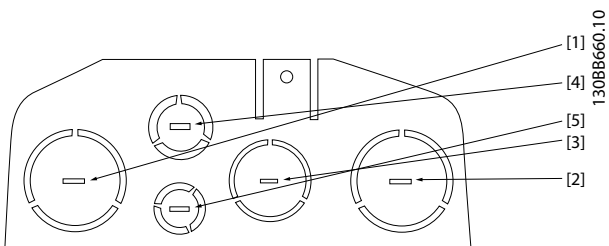
Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1) Netforsyning	M32
2) Motor	M32
3) Bremse/belastningsfordeling	M32
4) Styreledning	M25
5) Styreledning	M25
6) Styreledning	22,5 mm <sup>1)</sup>
<sup>1)</sup> Udstansningshul	

Illustration 9.9 B1 - IP55 kabelbøsningshuller med gevind



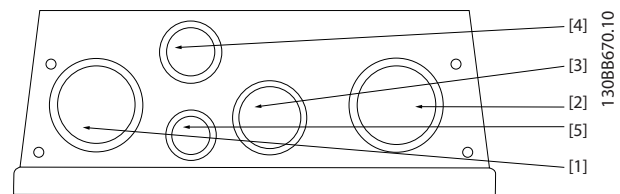
Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Bremse/belastningsfordeling	1	34,7	M32
4) Styreledning	3/4	28,4	M25
5) Styreledning <sup>2)</sup>	1/2	22,5	M20
<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm			
<sup>2)</sup> Udstansningshul			

Illustration 9.11 B2 - IP55



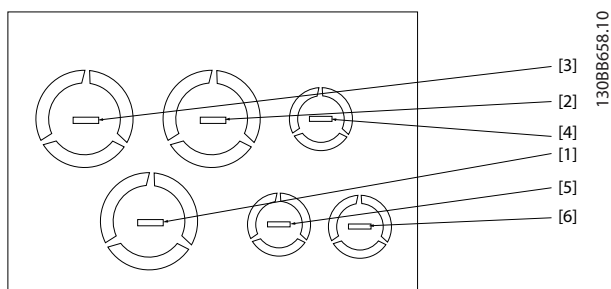
Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Bremse/belastningsfordeling	1	34,7	M32
4) Styreledning	3/4	28,4	M25
5) Styreledning	1/2	22,5	M20
<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm			

Illustration 9.10 B2 - IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Nærmeste metrisk
1) Netforsyning	M40
2) Motor	M40
3) Bremse/belastningsfordeling	M32
4) Styreledning	M25
5) Styreledning	M20

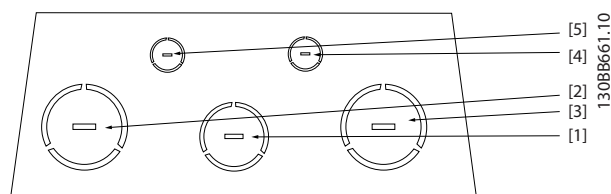
Illustration 9.12 B2 - IP55 kabelbøsningshuller med gevind



Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Bremse/ belastningsfordeling	1	34,7	M32
4) Styreledning	1/2	22,5	M20
5) Styreledning	1/2	22,5	M20
6) Styreledning	1/2	22,5	M20

<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm

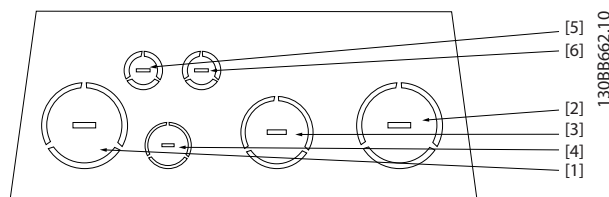
Illustration 9.13 B3 – IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Bremse/ belastningsfordeling	1 1/2	50,2	M50
4) Styreledning	3/4	28,4	M25
5) Styreledning	1/2	22,5	M20

<sup>1)</sup> Tolerance ± 0,2 mm

Illustration 9.14 C1 – IP21



Hulnummer og anbefalet brug	Mål <sup>1)</sup>		Nærmeste metrisk
	UL [in]	[mm]	
1) Netforsyning	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Bremse/ belastningsfordeling	1 1/2	50,2	M50
4) Styreledning	3/4	28,4	M25
5) Styreledning	1/2	22,5	M20
6) Styreledning	1/2	22,5	M20

<sup>1)</sup> Tolerance ±0,2 mm

Illustration 9.15 C2 – IP21

### 9.2.3 Tilspænding af afdækningen, efter forbindelser er etableret

Kapslings-type	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-

\* = Ingen skruer, der skal strammes  
- = Findes ikke

Tabel 9.2 Tilspænding af afdækningen (Nm)

### 9.3 Nettilslutning

Det er obligatorisk at jorde nettilslutningen korrekt ved at bruge klemme 95 i frekvensomformereren, se *kapitel 9.1.1 Jording*.

Jordtilslutningens kabeltværsnit skal være mindst 10 mm<sup>2</sup> eller 2 x nominelle forsyningsledninger, som skal termineres særskilt i henhold til EN50178. Brug uskærmet kabel.

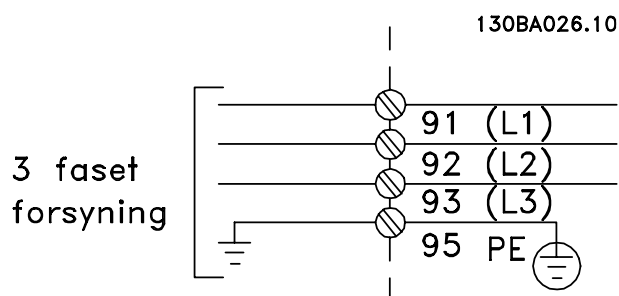


Illustration 9.16 Nettilslutning

#### **BEMÆRK!**

Der skal bruges sikringer og/eller afbrydere på forsyningsiden for at sikre overensstemmelse med IEC 60364 for CE eller NEC 2009 forsyning UL, se *kapitel 9.3.1.4 UL-overensstemmelse*.

#### **BEMÆRK!**

Overskrider 480 V RMS

#### **RISIKO FOR SKADER PÅ FREKVENSSOMFORMEREN MED RFI-FILTER INSTALLERET**

Indgangsspænding i området 380-500 V (T4, T5) må ikke overstige 480 V RMS mellem netforsyning og jord, når installeret på et delta-jordet net eller et IT-net (herunder jordfejl).

For visse kapslinger er monteringen anderledes, hvis frekvensomformereren konfigureres fra fabrikken med en netafbryder. De forskellige scenarier er illustreret i det følgende.

Nettilslutning for kapslinger A1, A2 og A3:

#### **BEMÆRK!**

Effektstikproppen kan anvendes til frekvensomformere på op til 7,5 kW.

1. Montér to skruer i frakoblingspladen, skyd den på plads, og spænd skruerne.
2. Sørg for, at frekvensomformereren er korrekt jordet. Slut til jordtilslutning (klemme 95). Brug skruer fra tilbehørsposen.

3. Anbring stikprop 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) fra tilbehørsposen på klemmerne, der er mærket MAINS og findes nederst på frekvensomformereren.
4. Slut netforsyningsledningerne til netspændingens stikprop.
5. Understøt kablet med de medfølgende monteringskonsoller.

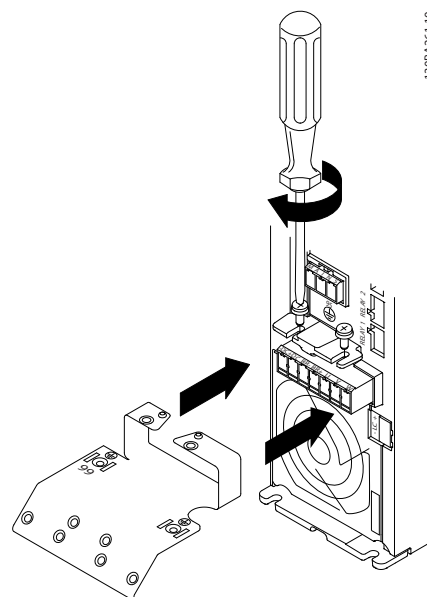


Illustration 9.17 Støtteplade

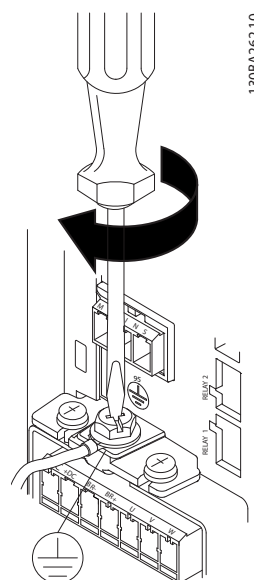
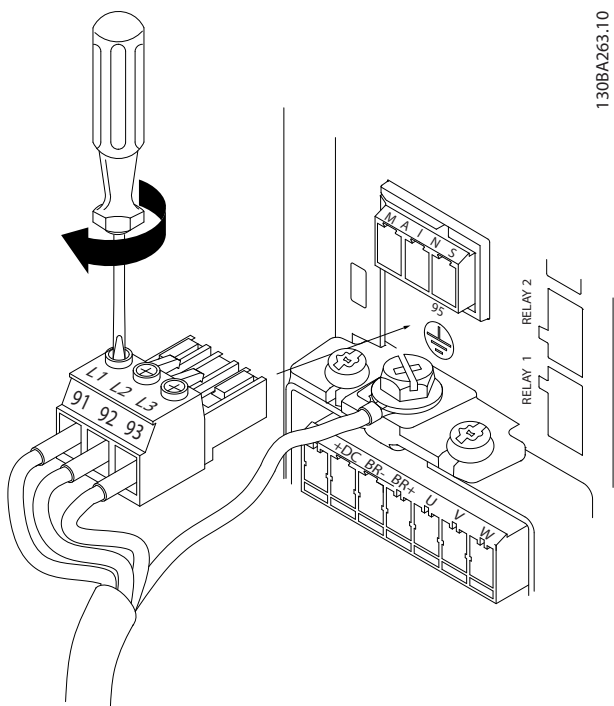
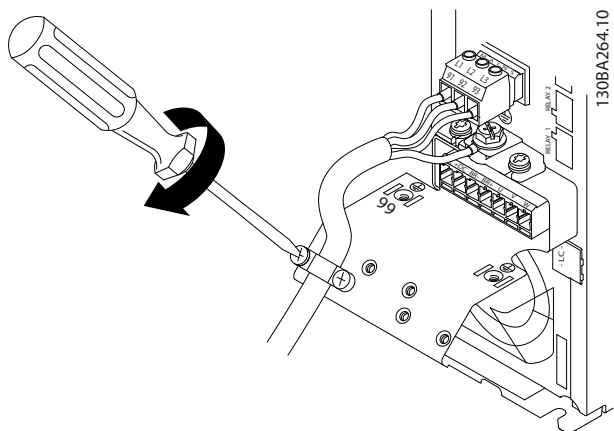


Illustration 9.18 Tilspænding af jordkablet



130BA263.10

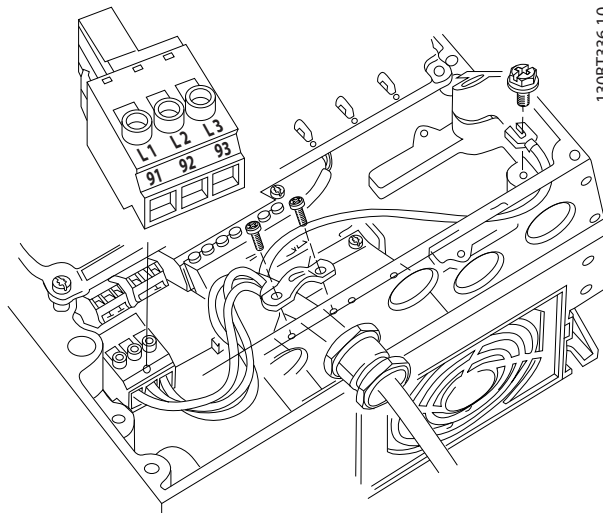
Illustration 9.19 Montering af netforsyningsstik og tilspænding af ledninger



130BA264.10

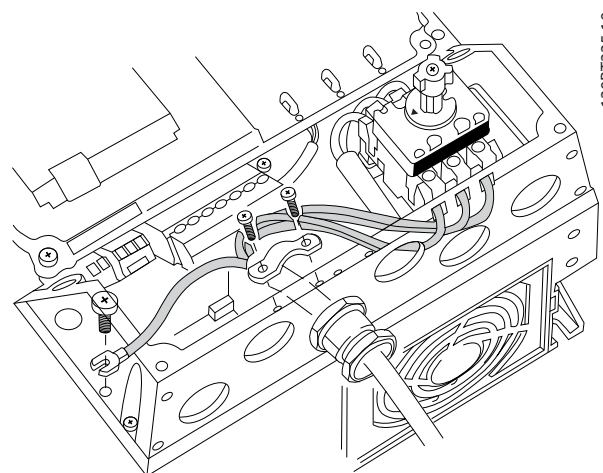
Illustration 9.20 Spænd monteringskonsollen

Netforsyningsstik kapslinger A4/A5



130BT336.10

Illustration 9.21 Tilslutning til netspænding og jording uden afbryder



130BT335.10

Illustration 9.22 Tilslutning til netspænding og jording med afbryder

Hvis der anvendes en afbryder (kapslinger A4/A5), skal der monteres en PE på frekvensomformerens venstre side.

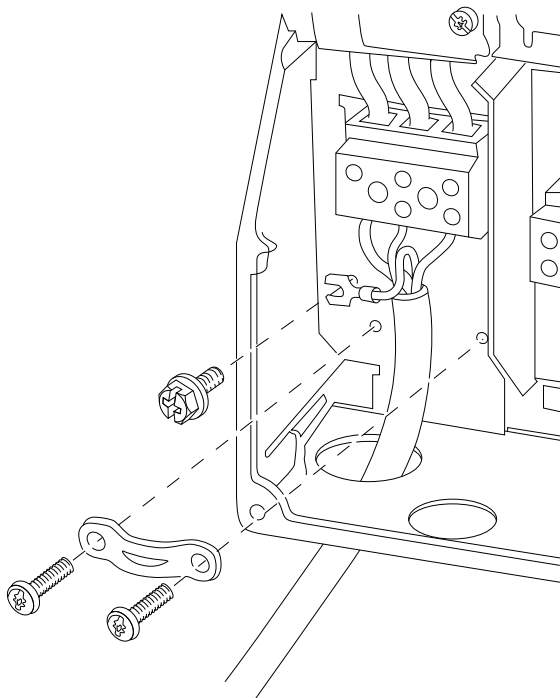


Illustration 9.23 Nettilslutning kapslinger B1 og B2

130BT332.10

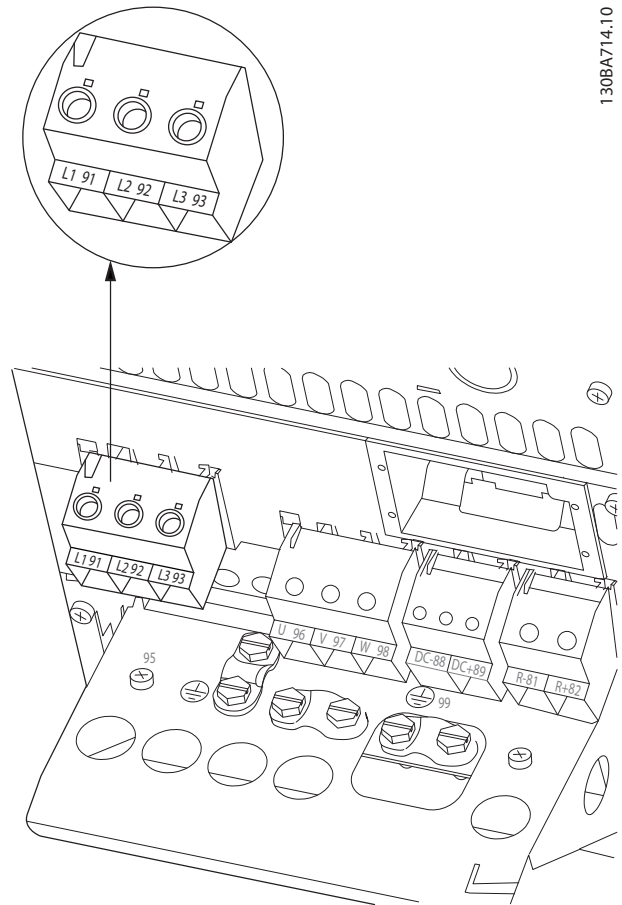


Illustration 9.25 Nettilslutning kapsling B4

130BA714.10

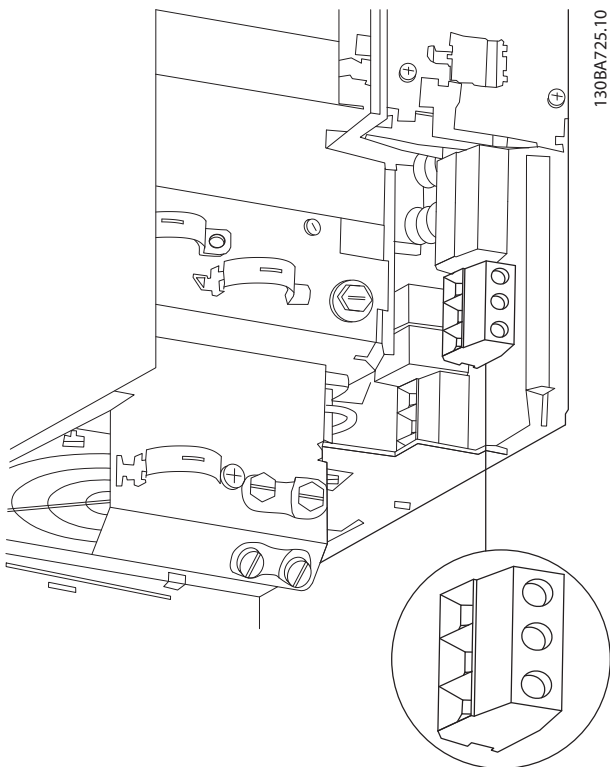
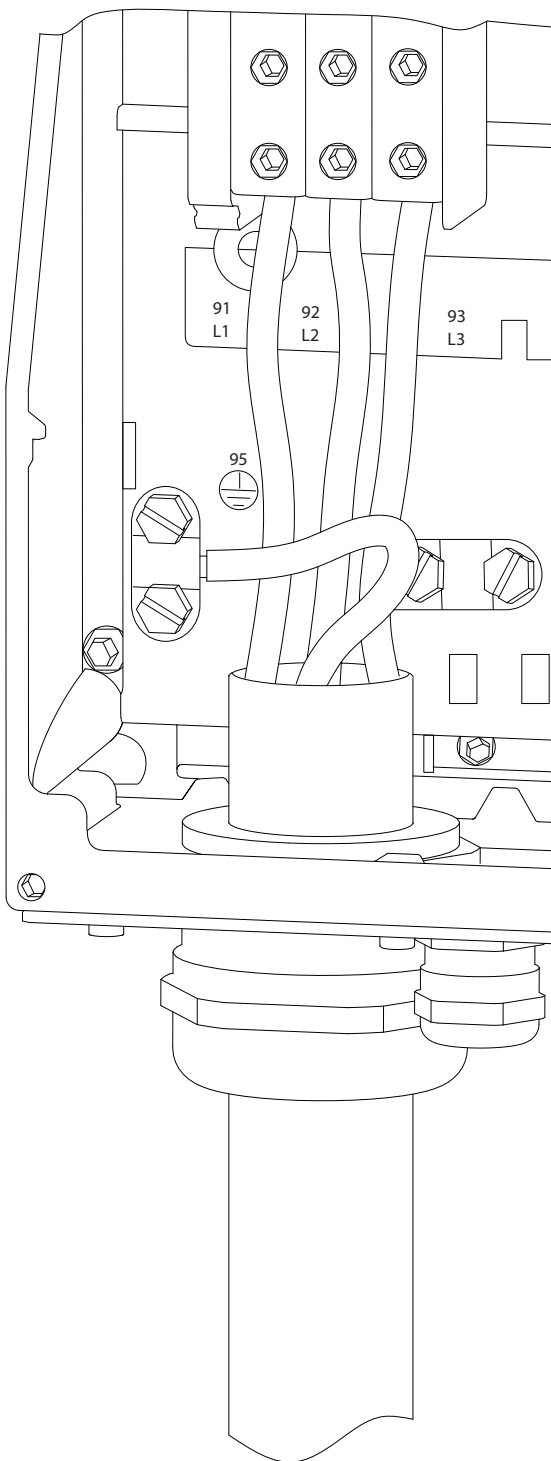


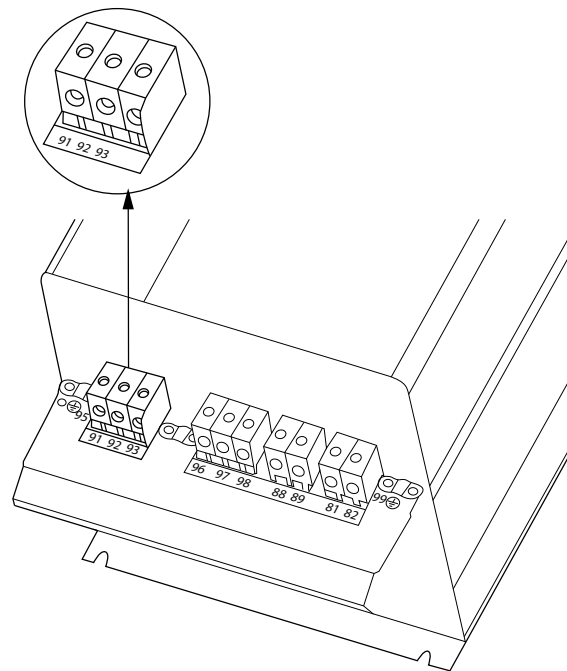
Illustration 9.24 Nettilslutning kapsling B3

130BA725.10



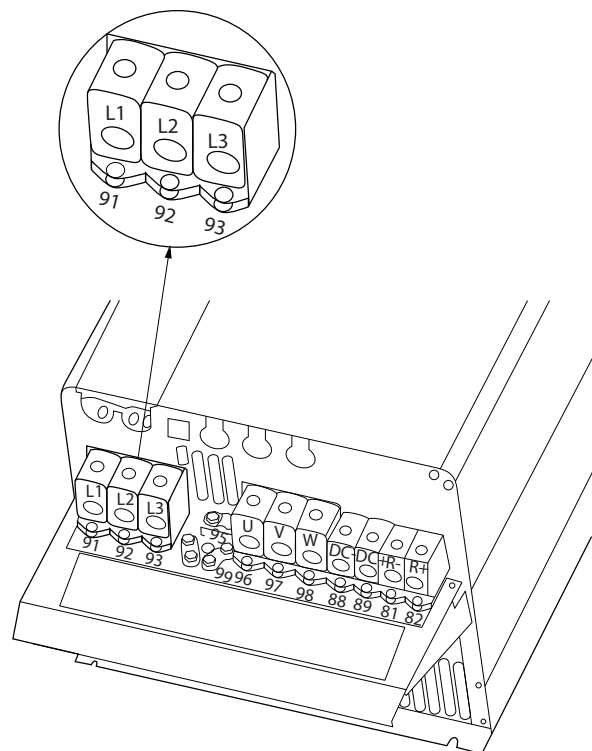
130BA389.10

Illustration 9.26 Nettilslutning kapslinger C1 og C2 (IP21/NEMA Type 1 og IP55/66/NEMA Type 12).



130BA718.10

Illustration 9.27 Nettilslutning kapsling C3 (IP20).



130BA719.10

Illustration 9.28 Nettilslutning kapsling C4 (IP20).



## 9.3.1 Sikringer og afbrydere

### 9.3.1.1 Sikringer

Det anbefales at bruge sikringer og/eller afbrydere på forsyningsiden som beskyttelse, hvis der skulle forekomme komponentnedbrud inden i frekvensomformereren (første fejl).

#### **BEMÆRK!**

Der skal bruges sikringer og/eller afbrydere på forsyningsiden for at sikre overensstemmelse med IEC 60364 for CE eller NEC 2009 for UL.

#### **Beskyttelse af forgreningskredsløb**

For at beskytte installationen mod elektriske farer og brandfarer skal alle forgreningskredsløb i en installation, koblingsudstyr, maskiner osv. beskyttes mod kortslutning og overstrøm i henhold til nationale/internationale bestemmelser.

#### **BEMÆRK!**

De givne anbefalinger omfatter ikke beskyttelse af forgreningskredsløb til UL.

#### **Kortslutningsbeskyttelse**

Danfoss anbefaler brug af de sikringer/afbrydere, der er angivet nedenfor, for at beskytte servicemedarbejdere og materiel i tilfælde af komponentnedbrud i frekvensomformereren.

### 9.3.1.2 Anbefalinger

Tabellerne i *kapitel 9.3.1 Sikringer og afbrydere* angiver den anbefalede nominelle strøm. Anbefalede sikringer er af typen gG for små til mellem effektstørrelser. aR-sikringer anbefales til store effektstørrelser. Som afbrydere anbefales Moeller-typerne. Andre afbrydere kan anvendes, hvis de begrænser energien til frekvensomformereren til et niveau, der er lig med eller lavere end Moeller-typerne.

Hvis sikringer/afbrydere, der følger anbefalingerne, vælges, vil mulige skader på frekvensomformereren hovedsageligt være begrænset til skader inden i apparatet.

Se *Applikationsanvisningen Sikringer og afbrydere, MN90T* for oplysninger.

### 9.3.1.3 Overholdelse af CE

Der skal anvendes sikringer eller afbrydere for at overholde IEC 60364. Danfoss anbefaler, at der bruges et udvalg af følgende.

Nedenstående sikringer er egnede til brug i et kredsløb, der kan levere 100.000 A<sub>rms</sub> (symmetrisk), 240 V, 500 V, 600 V, eller 690 V afhængigt af frekvensomformerens spændingsklassificering. Med de passende sikringer er frekvensomformerens kortslutningsstrømklassificering (SCCR) 100.000 A<sub>rms</sub>.

Følgende UL-sikringer er egnede:

- UL248-4 klasse CC-sikringer
- UL248-8 klasse J-sikringer
- UL248-12 klasse R-sikringer (RK1)
- UL248-15 klasse T-sikringer

Følgende maks. sikringsstørrelse og -type er testet:

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maks. sikringsstørrelse	Anbefalet afbryder Moeller	Maks. tripniveau [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabel 9.3 200-240 V, kapslingstyper A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maks. sikringsstørrelse	Anbefalet afbryder, Moeller	Maks. tripniveau [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabel 9.4 380-500 V, kapslingstyper A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maks. sikringsstørrelse	Anbefalet afbryder Moeller	Maks. tripniveau [A]
A2	0-75-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabel 9.5 525-600 V, kapslingstyper A, B og C

Kapsling	Effekt [kW]	Anbefalet sikringsstørrelse	Anbefalet maks. sikringsstørrelse	Anbefalet afbryder Moeller	Maks. tripniveau [A]
A3	1,1	gG-6	gG-25	PKZM0-16	16
	1,5	gG-6	gG-25		
	2,2	gG-6	gG-25		
	3	gG-10	gG-25		
	4	gG-10	gG-25		
	5,5	gG-16	gG-25		
	7,5	gG-16	gG-25		
B2/B4	11	gG-25 (11)	gG-63	-	-
	15	gG-32 (15)			
	18	gG-32 (18)			
	22	gG-40 (22)			
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37	gG-63 (37)	gG-100 (37)		
	45	gG-80 (45)	gG-125 (45)		
C2	55	gG-100 (55)	gG-160 (55-75)		
	75	gG-125 (75)			

Tabel 9.6 525-690 V, kapslingstyper A, B og C

### 9.3.1.4 UL-overensstemmelse

Nedenstående sikringer er egnede til brug i et kredsløb, der kan levere 100.000  $A_{rms}$  (symmetrisk), 240 V, 500 V eller 600 V afhængigt af frekvensomformerens spændingsklassificering. Med de passende sikringer er frekvensomformerens kortslutningsstrømklassificering (SCCR) 100.000  $A_{rms}$ .

Sikringer eller afbrydere er obligatoriske for at overholde NEC 2009. Danfoss anbefaler, at der bruges et udvalg af følgende.

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring					
	Bussmann Type RK1 <sup>1)</sup>	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabel 9.7 200-240 V, Kapslingstyper A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring			
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type CC	Ferraz-Shawmut Type RK1 <sup>3)</sup>
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabel 9.8 200-240 V, Kapslingstyper A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring			
	Bussmann Type JFHR2 <sup>2)</sup>	Littelfuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2 <sup>4)</sup>	Ferraz-Shawmut J
0,25-0,37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0,55-1,1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabel 9.9 200-240 V, Kapslingstyper A, B og C

- <sup>1)</sup> KTS-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for KTN til 240 V-frekvensomformere.
- <sup>2)</sup> FWH-sikringer fra Bussmann kan bruges i stedet for FWX til 240 V-frekvensomformere.
- <sup>3)</sup> A6KR-sikringer fra Ferraz Shawmut kan bruges i stedet for A2KR til 240 V-frekvensomformere.
- <sup>4)</sup> A50X-sikringer fra Ferraz Shawmut kan bruges i stedet for A25X til 240 V-frekvensomformere.

9

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring					
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
0,37-1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,5-2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabel 9.10 380-500 V, kapslingstyper A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring			
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz- Shawmut Type CC	Ferraz- Shawmut Type RK1
0,37-1.1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabel 9.11 380-500 V, kapslingstyper A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring			
	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2 <sup>1)</sup>	Littelfuse JFHR2
0,37-1.1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabel 9.12 380-500 V, kapslingstyper A, B og C

<sup>1)</sup> Ferraz-Shawmut A50QS-sikringer kan bruges i stedet for A50P-sikringer.

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring					
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabel 9.13 525-600 V, kapslingstyper A, B og C

Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring			
	SIBA Type RK1	Littelfuse Type RK1	Ferraz-Shawmut Type RK1	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabel 9.14 525-600 V, kapslingstyper A, B og C



Effekt [kW]	Anbefalet maks. sikring					
	Bussmann Type RK1	Bussmann Type J	Bussmann Type T	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC	Bussmann Type CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabel 9.15 525-690 V, kapslingstyper A, B og C

Effekt [kW]	Maks. for-sikring	Anbefalet maks. sikring						
		Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabel 9.16 525-690 V, kapslingstyper B og C

## 9.4 Motortilslutning

### **ADVARSEL**

#### INDUCERET SPÆNDING

Induceret spænding fra udgangsmotorkabler, der løber sammen, kan oplade apparatets kondensatorer, selv når apparatet er slukket og spærret. Hvis motorkablerne ikke føres hver for sig, eller hvis der ikke bruges skærmede kabler, kan det resultere i død eller alvorlig personskaade.

- før motorkabler enkeltvist, eller
- brug skærmede kabler

#### Motortilslutning

### **BEMÆRK!**

Der skal anvendes skærmede/armerede kabler for at overholde EMC-emissionskravene. Yderligere oplysninger findes i *kapitel 5.2.1 EMC-testresultater og Illustration 3.3*.

Se *kapitel 6.2 Generelle specifikationer* for korrekt dimensionering af motorkablets tværsnit og længde.

Klem menr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Motorspænding 0-100 % af netspændingen. 3 ledninger ud af motoren
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Trekanttilsluttet
	W2	U2	V2		6 ledninger ud af motoren
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Stjernetilsluttet U2, V2, W2 U2, V2 og W2 skal forbindes separat.

Tabel 9.17 Klemmebeskrivelser

<sup>1)</sup> Beskyttet jordtilslutning

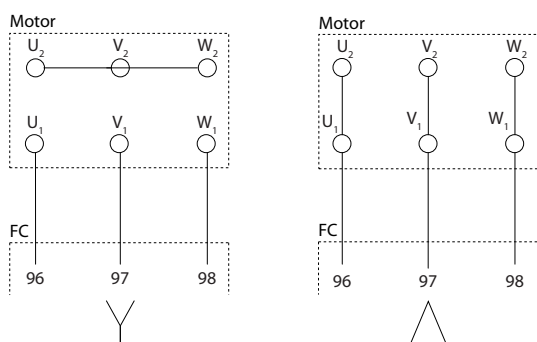


Illustration 9.29 Stjerne- og deltakoblinger

### **BEMÆRK!**

På motorer uden faseadskillelsepapir eller anden isoleringsforstærkning, der er egnet til drift med spændingsforsyning (f.eks. en frekvensomformer), skal der monteres et sinusfilter på udgangen på frekvensomformeren.

#### Skærmning af kabler

Undgå montering med snoede skærmender (pigtaills). De ødelægger skærmens effekt ved høje frekvenser. Hvis det er nødvendigt at bryde skærmen i forbindelse med montering af en motorisolator eller en motorkontaktor, skal skærmen videreføres med så lav en HF-impedans som muligt.

### **BEMÆRK!**

Fjern et stykke af motorkablet for at frigøre skærmen bag kabelbøjlen, OG slut jordtilslutningen til klemme 99.

Tilslut motorkabelskærmen til afkoblingspladen på frekvensomformeren og til motorens metalhus. Sørg for, at skærmforbindelserne har det størst mulige overfladeareal (kabelbøjle). Dette sikres ved at benytte de medfølgende installationsdele inden i frekvensomformeren. Hvis det er nødvendigt at bryde skærmen i forbindelse med montering af en motorisolator eller et motorrelæ, skal skærmen videreføres med så lav en HF-impedans som muligt.

#### Kabellængde og -tværsnit

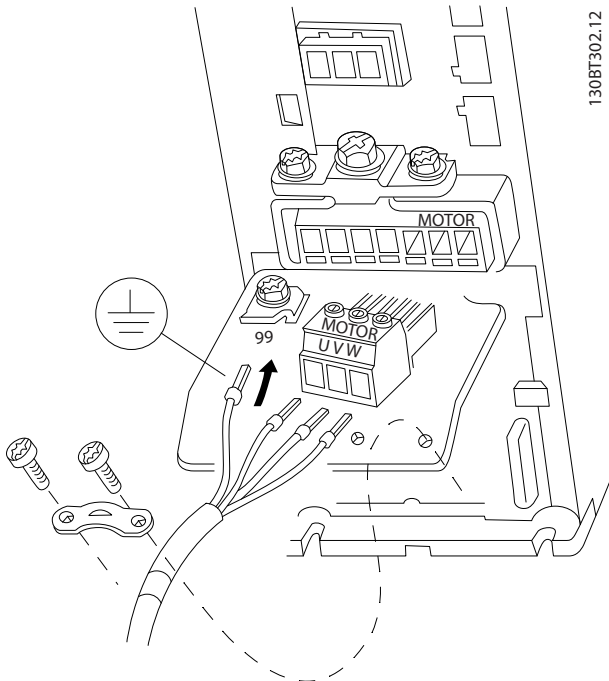
Frekvensomformeren er testet med en bestemt kabellængde og et bestemt kabeltværsnit. Hvis kabeltværsnittet øges, kan kabelkapacitansen og dermed lækstrømmen øges, og kabellængden skal reduceres tilsvarende. Hold motorkablet så kort som muligt for at begrænse støjniveauet og minimere lækstrømme.

#### Switchfrekvens

Når frekvensomformere anvendes med sinusfiltre for at reducere den akustiske støj fra en motor, skal switchfrekvensen indstilles i henhold til sinusfilter-instruktionen i *14-01 Koblingsfrekvens*.

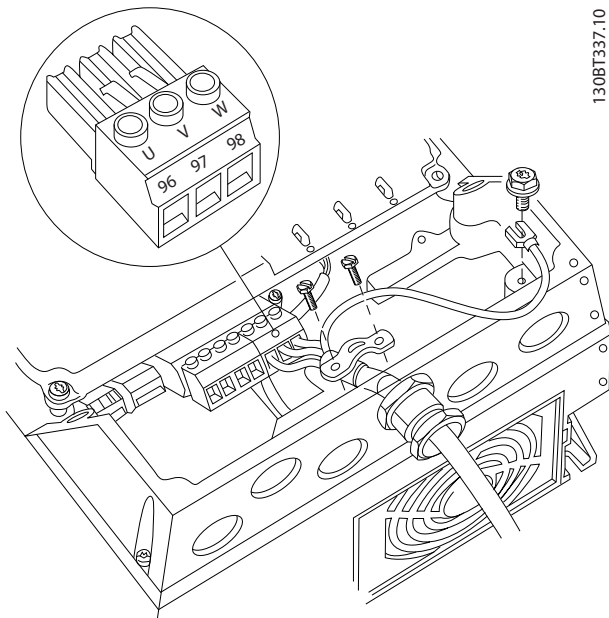
1. Fastgør afkoblingspladen til frekvensomformerens underside med skruer og skiver fra tilbehørsposen.
2. Slut motorkablet til klemme 96 (U), 97 (V), 98 (W).
3. Slut til jordtilslutningen (klemme 99) på afkoblingspladen med skruer fra tilbehørsposen.
4. Indsæt stikprop 96 (U), 97 (V), 98 (W) (op til 7,5 kW) og motorkablet i klemmerne, der er mærket MOTOR.
5. Fastgør det skærmede kabel til afkoblingspladen med skruer og skiver fra tilbehørsposen.

Alle typer trefasede asynkrone standardmotorer kan sluttes til frekvensomformeren. Små motorer er som regel stjerneforbundne (230/400 V, Y). Store motorer er som regel trekantforbundne (400/690 V, Δ). Se motorens typeskilt for korrekt tilslutningstilstand og spænding.



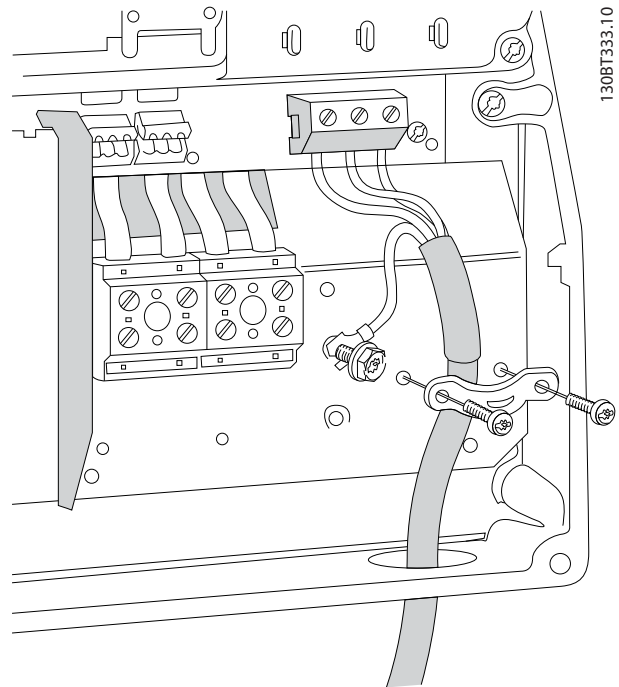
130BT302.12

Illustration 9.30 Motortilslutning for kapslinger A1, A2 og A3



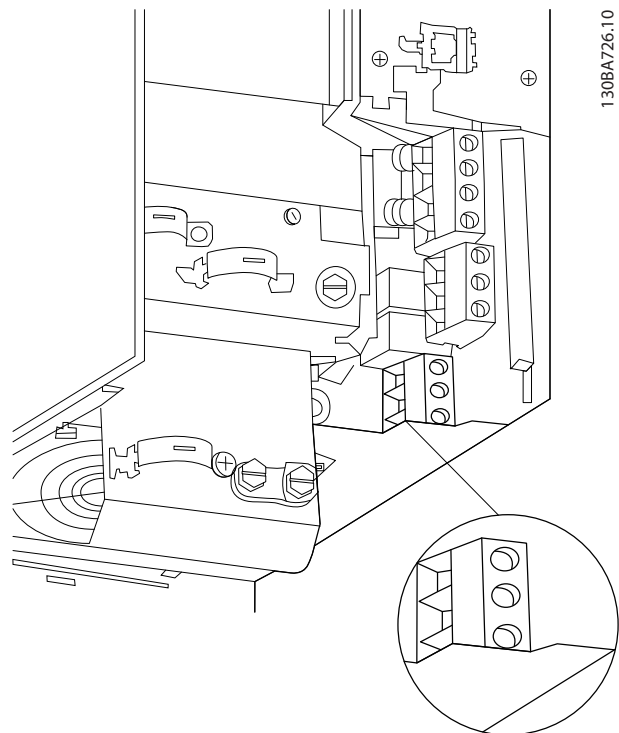
130BT337.10

Illustration 9.31 Motortilslutning for kapslinger A4/A5



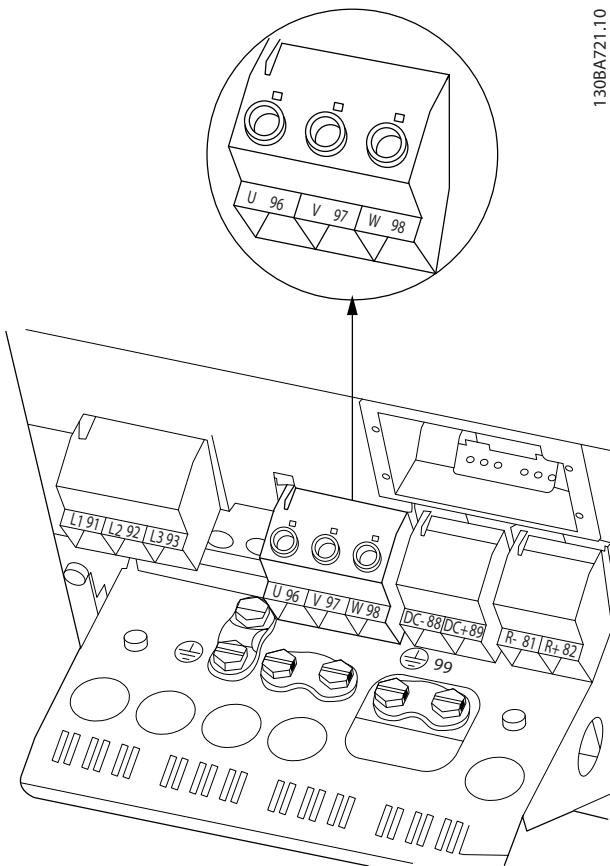
130BT333.10

Illustration 9.32 Motortilslutning for kapslinger B1 og B2



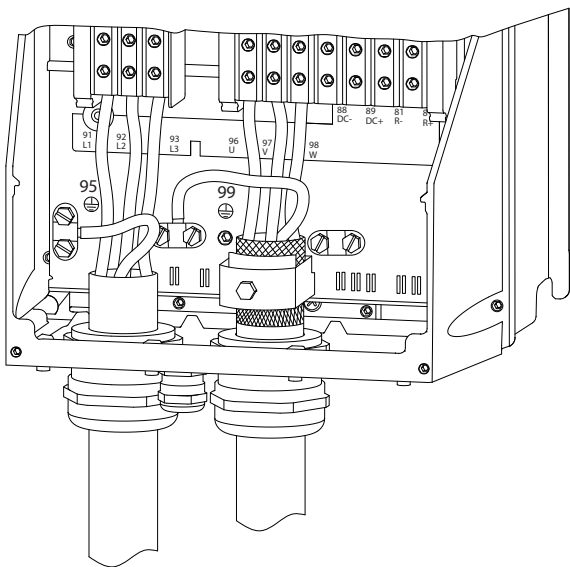
130BA726.10

Illustration 9.33 Motortilslutning for kapsling B3



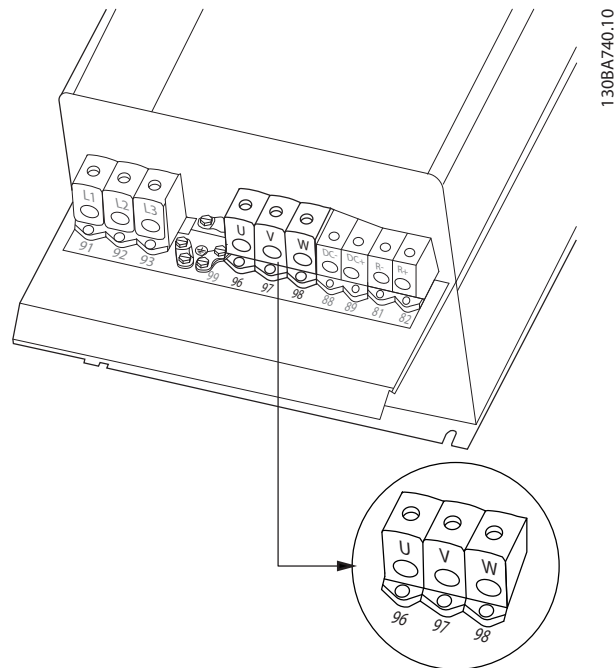
130BA721.10

Illustration 9.34 Motortilslutning for kapsling B4



130BA390.11

Illustration 9.35 Motortilslutning for kapslinger C1 og C2 (IP21/NEMA Type 1 og IP55/66/NEMA Type 12)



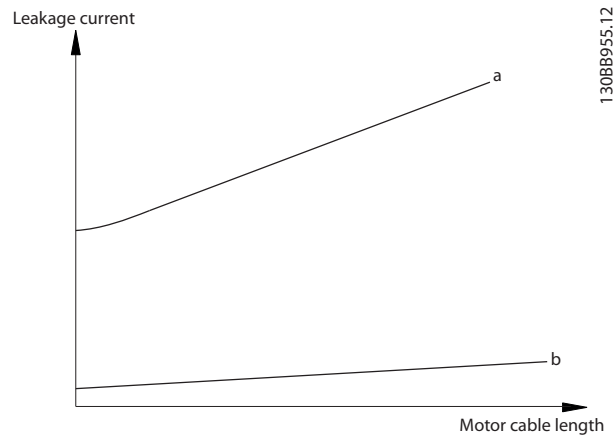
130BA740.10

Illustration 9.36 Motortilslutning for kapslinger C3 og C4

## 9.5 Lækstrøm til jord-beskyttelse

Følg nationale og lokale forskrifter angående beskyttelses-jording af udstyr med en lækstrøm > 3,5 mA.

Den beskyttende jordtilslutning skal have et tværsnit på mindst 10 mm<sup>2</sup> eller bestå af to separate ledninger hver med det samme tværsnit som faseledninger. Frekvensomformerteknologi indebærer høj switchfrekvens ved høj effekt. Dette genererer en lækstrøm i jordtilslutningen. Lækstrømmen til jord består af flere forskellige bidrag og afhænger af forskellige systemkonfigurationer, herunder RFI-filtrering, motorkabellængde, skærmede motorkabler og frekvensomformereffekt.



130BB955.12

Illustration 9.37 Kabellængde og effektstørrelses påvirkning af lækstrøm. Effektstørrelse a > Effektstørrelse b

Lækstrømmen afhænger også af ledningsforvrængningen.

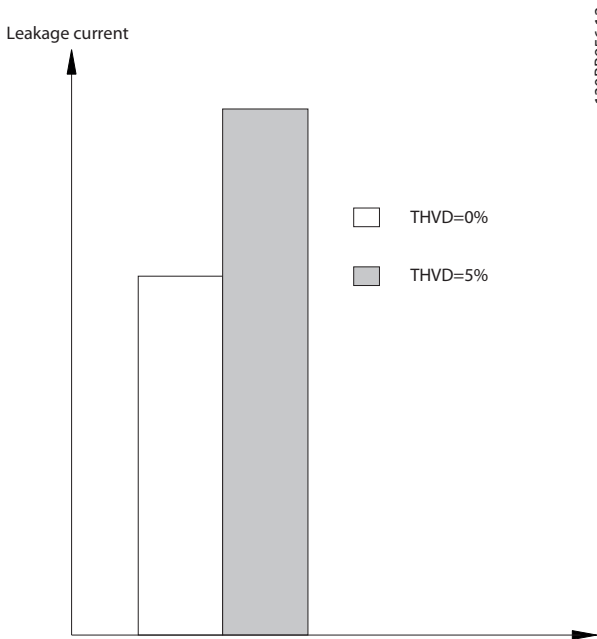


Illustration 9.38 Netforvrængning påvirker lækstrøm

EN/IEC61800-5-1 (produktstandarden for frekvensomformersystemer) kræver, at der udvises særlig opmærksomhed, hvis lækstrømmen overstiger 3,5 mA. Jordingen skal forstærkes på en af følgende måder:

- Jordledning (klemme 95) på mindst 10 mm<sup>2</sup>
- To separate jordledninger, der begge opfylder reglerne for dimensionering

Se EN/IEC61800-5-1 og EN50178 for flere oplysninger.

**Brug af fejlstrømsafbrydere (RCD'er)**

Hvis der anvendes fejlstrømsafbrydere (RCD'er), også kaldet fejlstrømsrelæer, skal følgende overholdes:

- Der må kun anvendes fejlstrømsafbrydere af B-typen, da disse kan registrere AC- og DC-strømme
- Anvend fejlstrømsafbrydere med forsinkelse for at forhindre fejl, der skyldes forbigående jordstrømme
- Fejlstrømsafbryderne skal dimensioneres i henhold til systemkonfigurationen og under hensyn til omgivelserne

Lækstrømmen omfatter flere frekvenser, der stammer både fra netfrekvensen og switchfrekvensen. Hvorvidt switchfrekvensen registreres, afhænger af den anvendte RCD-type.

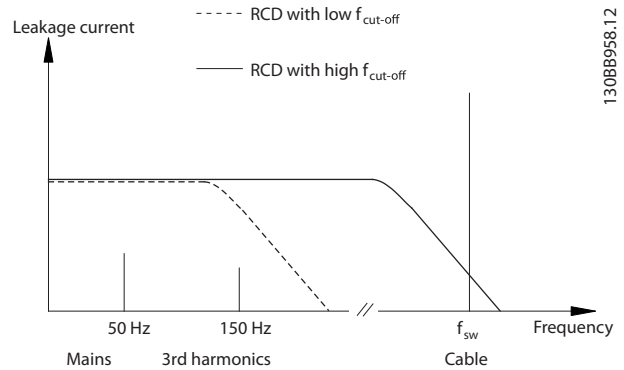


Illustration 9.39 De vigtigste bidrag til lækstrøm

Mængden af lækstrøm registreret af RCD'en afhænger af RCD'ens afbrydelsesfrekvens.

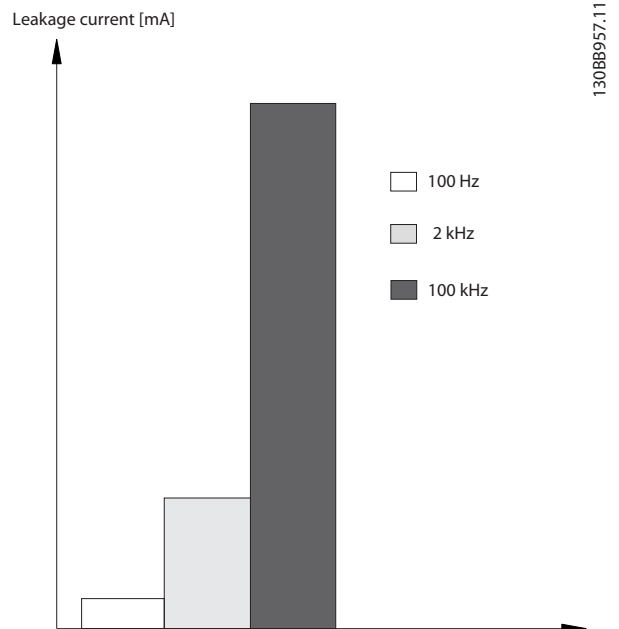


Illustration 9.40 Påvirkningen fra afbrydelsesfrekvensen for RCD på det, der skal reageres på/måles

9.6 Yderligere tilslutninger

9.6.1 Relæ

**Relæ 1**

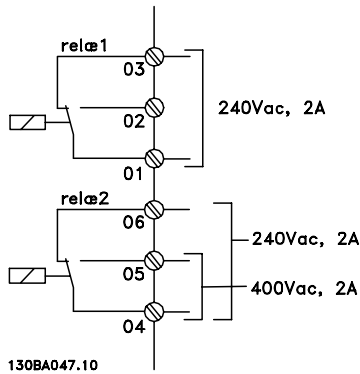
- Klemme 01: fælles
- Klemme 02: normalt åben 240 V
- Klemme 03: normalt lukket 240 V

**Relæ 2 (Ikke FC 301)**

- Klemme 04: fælles
- Klemme 05: normalt åben 400 V
- Klemme 06: normalt lukket 240 V

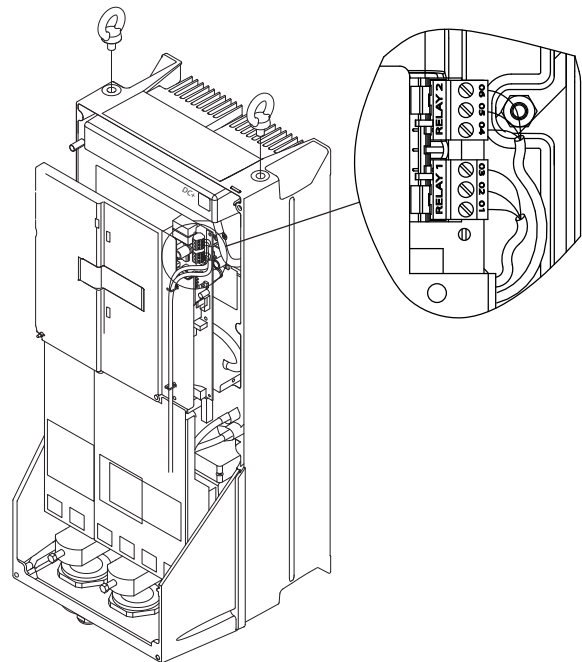
Relæ 1 og relæ 2 programmeres i 5-40 Funktionsrelæ, 5-41 ON-forsinkelse, relæ og 5-42 OFF-forsinkelse, relæ.

Flere relæudgange ved brug af relæoptionsmodul MCB 105.



130BA047.10

Illustration 9.41 Relæudgange 1 og 2



130BA391.12

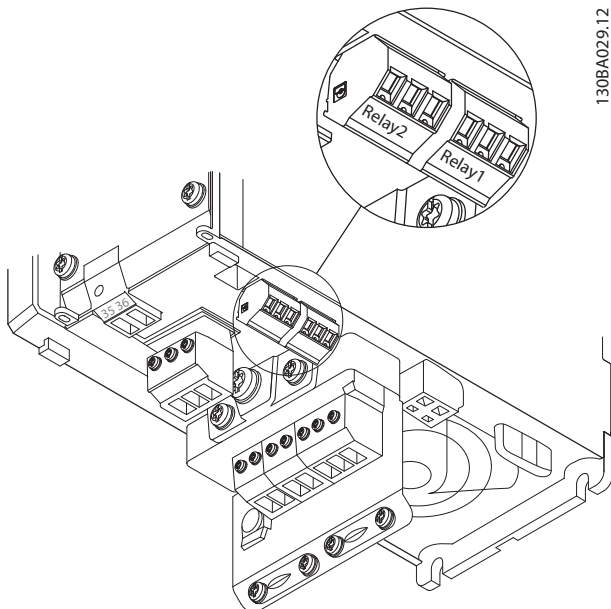
Illustration 9.43 Klemmer til relætilslutning (Kapslingstyper C1 og C2).

Se parametergruppe 5-4\* Relæer for oplysninger om indstilling af relæudgange.

9

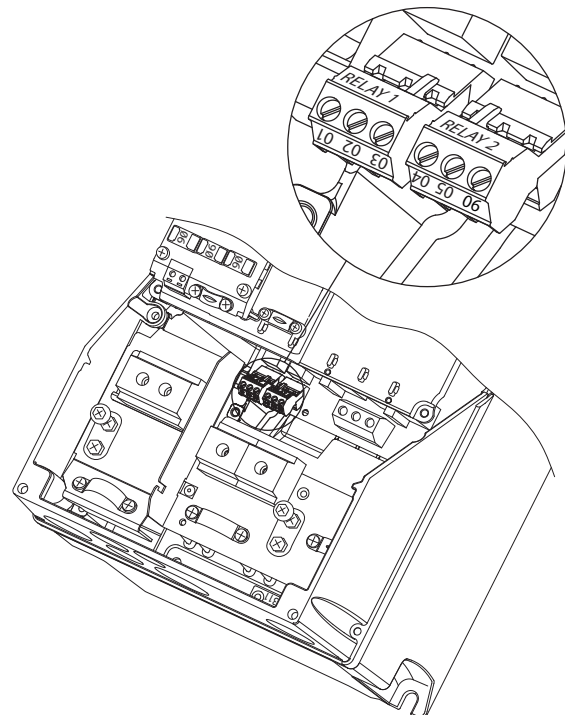
Nr.	01-02	slut (som regel åben)
	01-03	bryd (som regel lukket)
	04-05	slut (som regel åben)
	04-06	bryd (som regel lukket)

Tabel 9.18 Beskrivelse af relæer



130BA029.12

Illustration 9.42 Klemmer til relætilslutning (Kapslingstyper A1, A2 og A3).



130BA215.10

Illustration 9.44 Klemmer til relætilslutning (Kapslingstyper A5, B1 og B2).

### 9.6.2 Afbrydere og kontaktorer

Montering af en IP55/NEMA type 12 (kapslingstype A5) med netafbryder

Netafbryderen er placeret i venstre side på kapslingstyper B1, B2, C1 og C2. Netafbryderen på A5-kapslinger er placeret i højre side

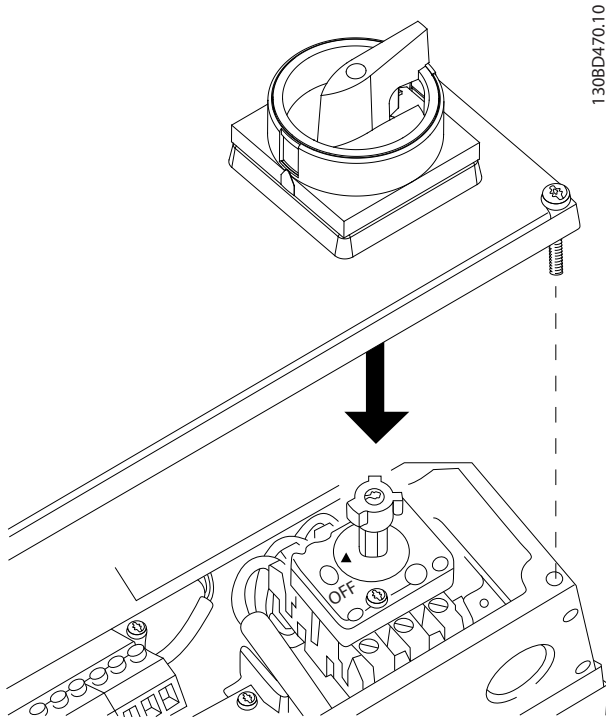
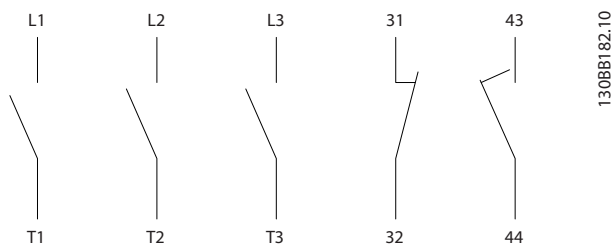


Illustration 9.45 Placering af afbryder

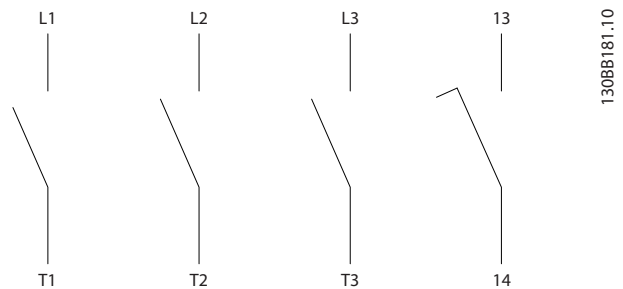
1308BD470.10



1308BB182.10

Kapslingstype	Type
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

Illustration 9.46 Klemmetilslutninger for A4, A5, B1, B2



1308BB181.10

Kapslingstype	Type
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

Illustration 9.47 Klemmetilslutninger for C1, C2

### 9.6.3 Belastningsfordeling

DC-busklemmen bruges til DC-backup, og mellemkredsen forsynes fra en ekstern kilde. Bruger klemmerne 88 og 89.

Tilslutningskablet skal være skærmet, og den maksimale længde fra frekvensomformeren til DC-skinen er begrænset til 25 m.

Belastningsfordeling muliggør sammenkobling af DC-mellemkredsene fra flere frekvensomformere.

#### **▲FORSIGTIG**

Bemærk, at der kan opstå spændinger på op til 1.099 V DC på klemmerne.

Belastningsfordeling kræver ekstraudstyr og yderligere sikkerhedshensyn.

#### **▲FORSIGTIG**

Bemærk, at netafbryderen måske ikke isolerer frekvensomformeren pga. DC-link-tilslutningen.

### 9.6.4 Bremsemodstand

Tilslutningskablet til bremsemodstanden skal skærmes, og den maksimale længde fra frekvensomformeren til DC-skinen begrænses til 25 m.

1. Monter afskærmningen ved at fastgøre kabelbøjler til den ledende bagplade på frekvensomformeren og til bremsemodstandens metalkabinet.
2. Bremsekablets tværsnit skal matche bremsemodstanden.

Klemmerne 81 og 82 er bremsemodstandsklemmer.



**BEMÆRK!**

Hvis der forekommer en kortslutning i bremse-IGBT'en, forhindres effekttab i bremsemodstanden ved at afbryde netforsyningen til frekvensomformereren med en afbryder eller en kontaktor. Det er kun frekvensomformereren, der må styre kontaktoeren.

**⚠️FORSIGTIG**

Bemærk, at der afhængigt af forsyningsspændingen kan opstå spændinger på op til 1.099 V DC på klemmerne.

## 9.6.5 Pc-software

Pc'en tilsluttes via et standard-USB-kabel (vært/enhed) eller via RS-485-grænsefladen.

USB er en seriel bus, der anvender 4 skærmede ledninger med jordsikringsstift 4 på skærmen i pc'ens USB-port. Når pc'en sluttes til en frekvensomformerer via USB-kablet, kan pc'ens USB-værtscontroller blive beskadiget. Alle standard-pc'er fremstilles uden galvanisk adskillelse i USB-porten. En potentialeforskel i jordledningerne, der opstår, fordi anbefalingerne i betjeningsvejledningen *Tilslutning til netspænding* ikke følges, kan skade USB-værtscontrolleren gennem USB-kablets afskærmning.

Det anbefales at bruge en USB-isolator med galvanisk adskillelse for at beskytte pc'ens USB-værtscontroller mod potentialeforskelle i jordledningerne, når pc'en sluttes til en frekvensomformerer via et USB-kabel.

Det anbefales, at der ikke bruges et pc-strømkabel med et jordstik, når pc'en sluttes til frekvensomformereren via et USB-kabel. Det reducerer potentialeforskellen i jordledningerne, men fjerner ikke alle potentialeforskelle pga. jordforbindelsen og skærmen, der er sluttet til pc'ens USB-port.

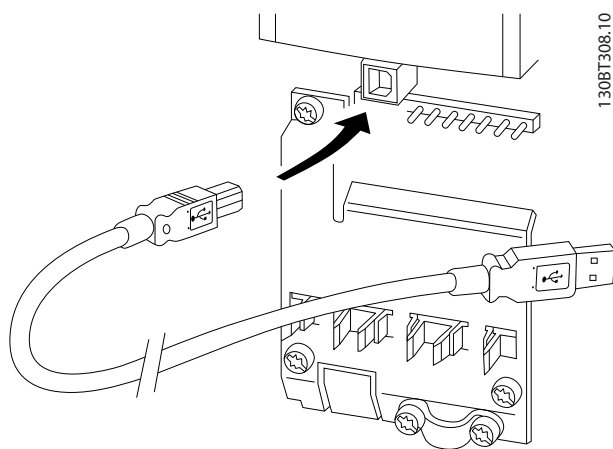


Illustration 9.48 USB-tilslutning

## 9.6.5.1 MCT 10

Installér MCT 10-opsætningssoftware for at styre frekvensomformereren fra en pc.

**Datalagring i LCP via MCT 10-opsætningssoftware**

1. Forbind en pc med apparatet via USB-kommunikationsporten.
2. Åbn MCT 10-opsætningssoftware.
3. Vælg USB-porten i afsnittet *network*.
4. Vælg *copy*.
5. Vælg punktet *project*.
6. Vælg *paste*.
7. Vælg *save as*.

Alle parametre gemmes nu.

**Dataoverførsel fra pc til frekvensomformerer via MCT 10-opsætningssoftware**

1. Forbind en pc med apparatet via USB-kommunikationsporten.
2. Åbn MCT 10-opsætningssoftware.
3. Vælg *Open* – de gemte filer vises.
4. Åbn den relevante fil.
5. Vælg *Write to drive*.

Alle parametre overføres nu til frekvensomformereren.

Der findes en separat manual til MCT 10-opsætningssoftware. Download den fra [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/).

## 9.6.5.2 MCT 31

Pc-værktøjet MCT 31 til beregning af harmonisk forvrængning giver mulighed for nemt at anslå den harmoniske forvrængning i en bestemt applikation. Harmonisk forvrængning kan beregnes for både Danfoss-frekvensomformere og frekvensomformere af andre fabrikater med forskellige harmoniske reduktionsapparater, herunder AHF-filtre og 12-18-pulsensrettere fra Danfoss.

MCT 31 kan også hentes fra [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/SoftwareDownload/).

## 9.6.5.3 Harmonics Calculation Software (HCS)

HCS er en avanceret version af harmonic calculation-værktøjet. De beregnede resultater sammenlignes med relevante normer og kan udskrives efterfølgende.

Se [www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START](http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START)



## 9.7 Yderligere motoroplysninger

### 9.7.1 Motorkabel

Alle typer trefasede asynkrone standardmotorer kan anvendes med en frekvensomformer. Fabriksindstillingen er omdrejning med uret med frekvensomformerens udgang tilsluttet på følgende måde:

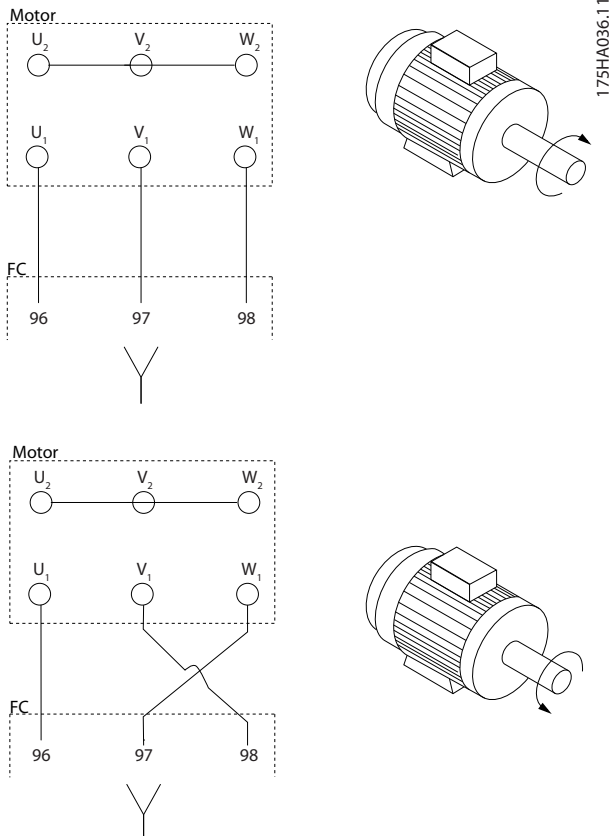


Illustration 9.49 Klemmeforbindelse til omdrejning med og mod uret

Omdrejningsretningen kan ændres ved at ombytte to faser i motorkablet eller ved at ændre indstillingen for 4-10 Motorhastighedsretning.

Der kan udføres motoromdrejningskontrol ved hjælp af 1-28 Motoromløbskontrol og ved at følge de viste trin i displayet.

### 9.7.2 Tilslutning af flere motorer

#### **BEMÆRK!**

Da små motorers relativt høje ohmske modstand i statoren kræver højere spænding ved start og lave O/MIN-værdier, kan der opstå problemer i forbindelse med start og lave O/MIN-værdier, hvis motorerne varierer meget i størrelse.

Frekvensomformereren kan styre flere parallelt tilsluttede motorer. Ved brug af parallel motortilslutning skal der tages højde for følgende:

- VCC<sup>plus</sup>-tilstanden kan anvendes i nogle applikationer.
- Det samlede strømforbrug i motorerne må ikke overskride den nominelle udgangsstrøm  $I_{INV}$  i frekvensomformereren.
- Brug ikke tilslutning til fælles klemme til lange kabellængder, se *Illustration 9.51*.
- Den samlede motorkabellængde angivet i *Tabel 5.2* er gyldig, så længe de parallelle kabler er korte (mindre end 10 m hver), se *Illustration 9.53* og *Illustration 9.54*.
- Tag højde for spændingsfald i motorkablet, se *Illustration 9.54*.
- Anvend LC-filter til lange parallelle kabler, se *Illustration 9.54*.
- Ved lange kabler uden parallelt tilslutning, se *Illustration 9.55*.

#### **BEMÆRK!**

Når motorerne er parallelforbundne, kan 1-02 Flux-motorfeedbackkilde ikke bruges, og 1-01 Motorstyringsprincip skal indstilles til [0] U/f.

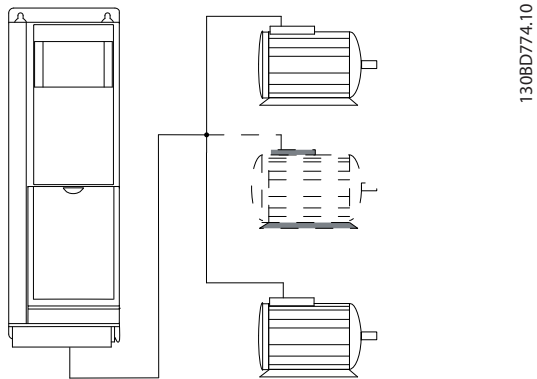


Illustration 9.50 Tilslutning til fælles klemme ved korte kabellængder

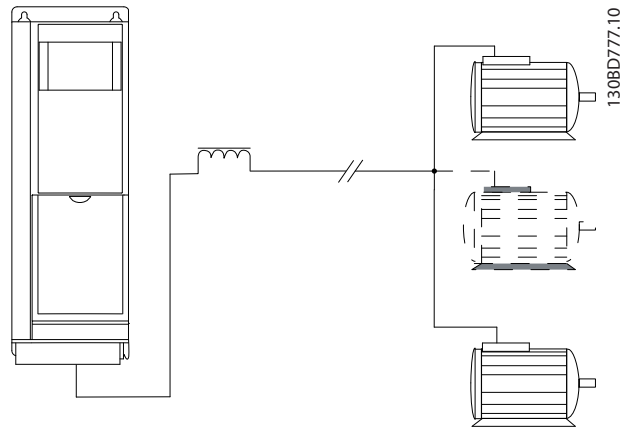


Illustration 9.53 Parallelle kabler med belastning

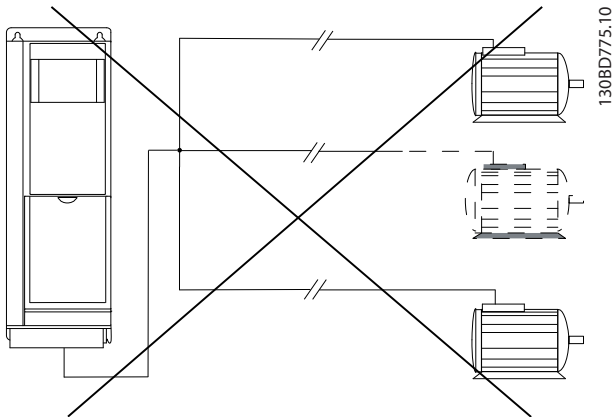


Illustration 9.51 Tilslutning til fælles klemme ved lange kabellængder

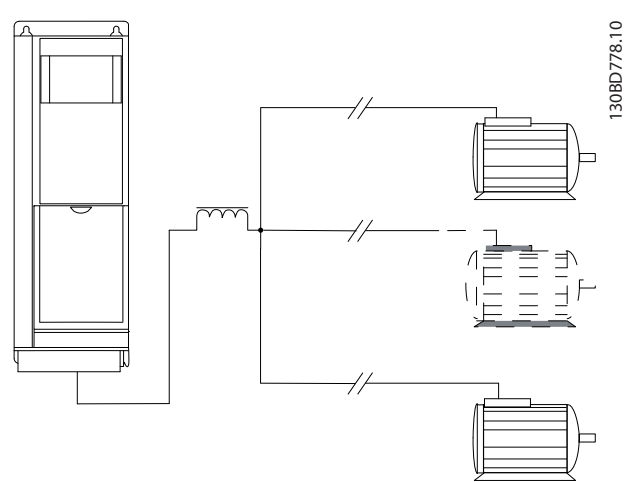


Illustration 9.54 LC-filter til lange parallelle kabler

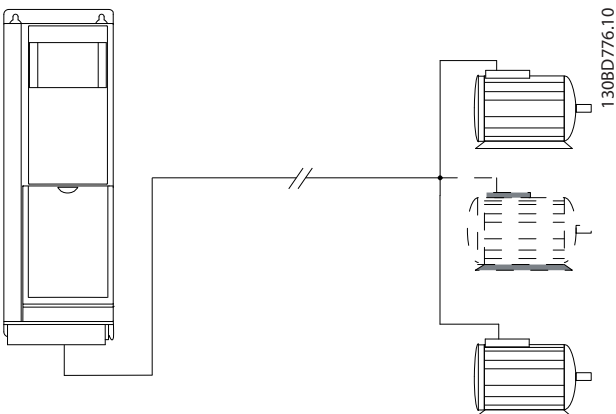


Illustration 9.52 Parallelle kabler uden belastning

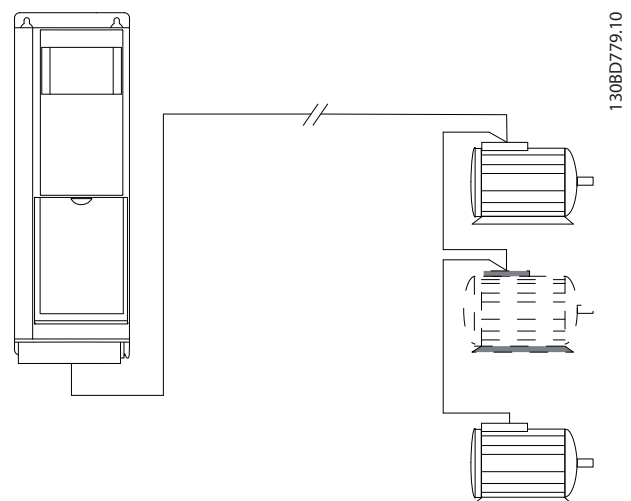


Illustration 9.55 Lange kabler i seriel tilslutning

Kapslingstyper	Effektstørrelse [kW]	Spænding [V]	1 kabel [m]	2 kabler [m]	3 kabler [m]	4 kabler [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabel 9.19 Maks. kabellængde for hvert parallelkabel

## 9.8 Sikkerhed

### 9.8.1 Højspændingstest

Udfør en højspændingstest ved at kortslutte klemmerne U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> og L<sub>3</sub>. Påfør maks. 2,15 kV DC for 380-500 V-frekvensomformere og 2,525 kV DC for 525-690 V-frekvensomformere i et sekund mellem denne kortslutning og chassiset.

#### **ADVARSEL**

Ved gennemførelse af højspændingstest i hele installationen skal netforsyningen og motortilslutningen afbrydes, hvis lækstrømmene er for høje.

### 9.8.2 EMC-jording

#### Praksis for korrekt EMC-jording

- Respektér sikkerhedsjording.
- Når jordtilslutningen holdes så kort som muligt opnås den bedste EMC-ydeevne.
- Ledninger med større areal har lavere impedans og bedre EMC-jording.
- I tilfælde hvor flere apparater med metalkabinet bruges, skal disse monteres på fælles metalmonteringsplade for at forbedre EMC-ydeevnen.

#### **BEMÆRK!**

Hvis det er nødvendigt, skal der anvendes skiver til monteringsboltene, f.eks. i tilfælde af malede dele.

#### **FORSIGTIG**

##### POTENTIEL FARE I TILFÆLDE AF INTERN FEJL

Der er risiko for personskade, når frekvensomformeren ikke er lukket korrekt.

- Kontrollér, at alle dæksler er på plads og fastgjort sikkert, inden apparatet forsynes med strøm.

### 9.8.3 ADN-korrekt installation

Apparater med indtrængningsbeskyttelsesklassificering IP55 (NEMA 12) eller højere forhindrer gnistdannelse og er klassificeret som elektriske apparater med begrænset eksplosionsrisiko i henhold til European Agreement concerning International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN).

For apparater med indtrængningsbeskyttelsesklassificering IP20, IP21 eller IP54 forhindres risiko for gnistdannelse på følgende måde:

- Der må ikke monteres en netafbryder
- Kontrollér, at 14-50 RFI-filter er indstillet til [1] Aktiv.
- Fjern alle relæstik med mærket "RELAY". Se *Illustration 9.56*.
- Kontrollér, hvilke relæoptioner er installeret, hvis der er installeret nogen. Den eneste tilladte relæoption er udvidet relækort MCB 113.

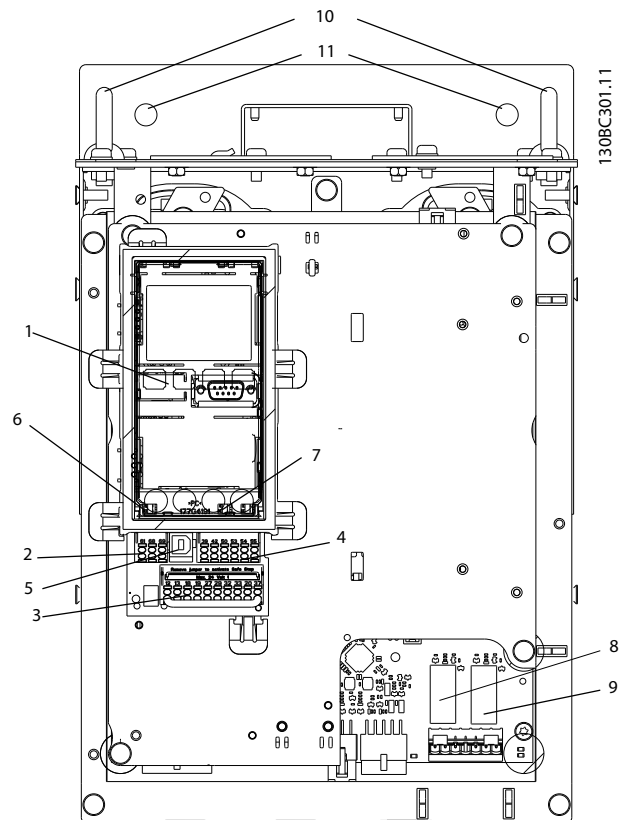


Illustration 9.56 Placering af relæstik, Pos. 8 og 9

Producentens deklaration kan fås ved forespørgsel.

## 10 Applikationseksempler

### 10.1 Almindelige applikationer

Eksemplerne i dette afsnit udgør en hurtig reference til almindelige applikationer.

- Parameterindstillinger er de regionale standardværdier, medmindre andet er angivet (valgt i 0-03 Regionale indstillinger)
- Parametre, der er tilknyttet klemmerne og deres indstillinger, er vist ved siden af tegningerne
- Hvor kontaktindstillinger for de analoge klemmer A53 eller A54 er påkrævet, er disse også vist

## FORSIGTIG

Termistorer skal anvende forstærket eller dobbelt isolering for at overholde PELV-isoleringskravene.

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	1-29 Automatisk motortilpasning (AMA)	[1] Aktivér komplet AMA
+24 V	13		
D IN	18	5-12 Klemme 27, digital indgang	[2]* Inverteret friløb
D IN	19		
COM	20	*=Standardværdi	
D IN	27	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b> Parametergruppe 1-2* Motordata skal indstilles i overensstemmelse med motor	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 10.1 AMA med klemme 27 tilsluttet

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	1-29 Automatisk motortilpasning (AMA)	[1] Aktivér komplet AMA
+24 V	13		
D IN	18	5-12 Klemme 27, digital indgang	[0] Ingen funktion
D IN	19		
COM	20	*=Standardværdi	
D IN	27	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b> Parametergruppe 1-2* Motordata skal indstilles i overensstemmelse med motor	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 10.2 AMA uden klemme T27 tilsluttet

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	6-10 Klemme 53, lav spænding	0,07 V*
+24 V	13	6-11 Klemme 53, høj spænding	10 V*
D IN	18	6-14 Klemme 53, lav ref./feedb.-værdi	0 O/MIN
D IN	19		
COM	20	6-15 Klemme 53, høj ref./feedb.-værdi	1,500 O/MIN
D IN	27		
D IN	29	*=Standardværdi	
D IN	32	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55	+ -10 - +10V	
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 10.3 Analog hastighedsreference (spænding)

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	6-12 Klemme 53, lav strøm	4 mA*
+24 V	13		
D IN	18	6-13 Klemme 53, høj strøm	20 mA*
D IN	19		
COM	20	6-14 Klemme 53, lav ref./feedb.-værdi	0 O/MIN
D IN	27		
D IN	29	6-15 Klemme 53, høj ref./feedb.-værdi	1,500 O/MIN
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37	*=Standardværdi	
<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>			

Tabel 10.4 Analog hastighedsreference (strøm)

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	5-10 Klemme 18, digital indgang	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18	5-12 Klemme 27, digital indgang	[0] Ingen funktion
D IN	19		
COM	20	5-19 Klemme 37 Sikker standsning	[1] Sikker standsning alarm
D IN	27		
D IN	29	*=Standardværdi	
D IN	32	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>	
D IN	33	Hvis 5-12 Klemme 27, digital indgang er indstillet til [0] Ingen funktion, er der ikke brug for en forbindelsesledning til klemme 27.	
D IN	37		
+10	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 10.5 Start/stop-kommando med Safe Torque Off

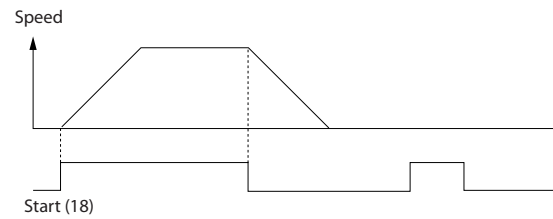


Illustration 10.1 Start/Stop med Safe Torque Off

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	5-10 Klemme 18, digital indgang	[9] Pulsstart
+24 V	13		
D IN	18	5-12 Klemme 27, digital indgang	[6] Inverteret stop
D IN	19		
COM	20	*=Standardværdi	
D IN	27	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>	
D IN	29	Hvis 5-12 Klemme 27, digital indgang er indstillet til [0] Ingen funktion, er der ikke brug for en forbindelsesledning til klemme 27.	
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabel 10.6 Pulsstart/-stop

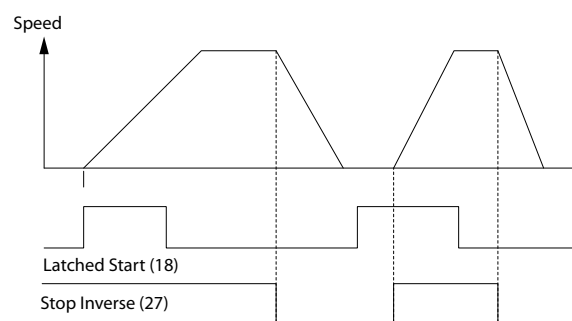


Illustration 10.2 Pulsstart/inverteret stop

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	5-10 Klemme 18, digital indgang	[8] Start
+24 V	13		
D IN	18	5-11 Klemme 19, digital indgang	[10] Reversering*
D IN	19		
COM	20	5-12 Klemme 27, digital indgang	[0] Ingen funktion
D IN	27		
D IN	29	5-14 Klemme 32, digital indgang	[16] Preset-ref. bit 0
D IN	32		
D IN	33	5-15 Klemme 33, digital indgang	[17] Preset-ref. bit 1
D IN	37		
+10 V		3-10 Preset-reference	
A IN	53	Preset-ref. 0	25%
A IN	54	Preset-ref. 1	50%
COM	55	Preset-ref. 2	75%
A OUT	42	Preset-ref. 3	100%
COM	39	* = Standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer:			

Tabel 10.7 Start/stop med reversering og 4 forudindstillede hastigheder

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	5-11 Klemme 19, digital indgang	[1] Nulstil
+24 V	13		
* = Standardværdi			
Bemærkninger/kommentarer:			

Tabel 10.8 Ekstern alarmnulstilling

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	6-10 Klemme 53, lav spænding	0,07 V*
+24 V	13		
D IN	18	6-11 Klemme 53, høj spænding	10 V*
D IN	19		
COM	20	6-14 Klemme 53, lav ref./feedb.-værdi	0 O/MIN
D IN	27		
D IN	29	6-15 Klemme 53, høj ref./feedb.-værdi	1,500 O/MIN
D IN	32		
D IN	33	* = Standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer:			

Tabel 10.9 Hastighedsreference (med manuelt potentiometer)

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	5-10 Klemme 18, digital indgang	[8] Start*
+24 V	13		
D IN	18	5-12 Klemme 27, digital indgang	[19] Fastfrys reference
D IN	19		
COM	20	5-13 Klemme 29, digital indgang	[21] Hastighed op
D IN	27		
D IN	29	5-14 Klemme 32, digital indgang	[22] Hastighed ned
D IN	32		
D IN	33	* = Standardværdi	
Bemærkninger/kommentarer:			

Tabel 10.10 Hastighed op/ned

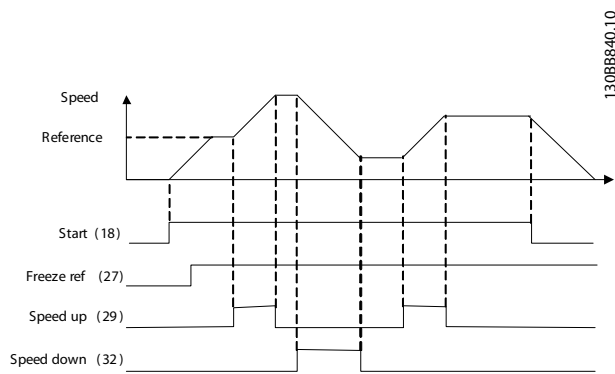


Illustration 10.3 Hastighed op/ned

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	8-30 Protokol	FC*
+24 V	13	8-31 Adresse	1*
D IN	18	8-32 Baud-hast.	9.600*
D IN	19	*=Standardværdi	
COM	20	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>	
D IN	27	Vælg protokol, adresse og	
D IN	29	baud-hastighed i de	
D IN	32	ovennævnte parametre.	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01		
	02		
	03		
R2	04		
	05		
	06		
	61		
	68		
	69		

Tabel 10.11 RS-485-netværksforbindelse

		Parametre	
VLT		Funktion	Indstilling
+24 V	12	1-90 Termisk motorbeskyttelse	[2] Termistor-trip
+24 V	13	1-93 Termistorkilde	[1] Analog indgang 53
D IN	18	*=Standardværdi	
D IN	19	<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>	
COM	20	Hvis der kun ønskes en	
D IN	27	advarsel, indstil 1-90 Termisk	
D IN	29	motorbeskyttelse til [1] Termisto-	
D IN	32	radvarsel.	
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
U - I			
A53			

Tabel 10.12 Motortermistor



		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	130BB839.10	4-30 Motorfeed-backtabfunktion
+24 V	13		[1] Advarsel
D IN	18		4-31 Motorfeed-backhastighedsfejl
D IN	19		100 O/MIN
COM	20		
D IN	27		4-32 Timeout for motorfeed-backtab
D IN	29		5 sek
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	7-00 Hastighed, PID-feedbackkilde	[2] MCB 102
A IN	53	17-11 Opløsning (PPR)	1024*
A IN	54	13-00 SL styreenh.-tilstand	[1] Aktiv
COM	55	13-01 Starthændelse	[19] Advarsel
A OUT	42	13-02 Stophændelse	[44] Reset-tast
COM	39	13-10 Sammenligner, operand	[21] Advarselsnummer
		13-11 Sammenligner, operator	[1] ≈*
		13-12 Sammenligner, værdi	90
		13-51 SL styreenhed.-hændelse	[22] Sammenligner 0
		13-52 SL styreenh.-handling	[32] Indst. dig. udg. A lav
		5-40 Funktionsrelæ	[80] SL digital udgang A
		* = Standardværdi	
<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>			
Hvis grænsen i feedbackovervågningen overskrides, udstedes advarsel 90. SLC'en overvåger advarsel 90, og relæ 1 udløses, hvis advarsel 90 bliver SAND.			
Eksternt udstyr kan angive, at det er nødvendigt med service. Hvis feedbackfejlen falder til under grænsen inden for 5 sek, fortsætter frekvensomformereren, og advarslen forsvinder. Relæ 1 er dog stadig udløst, indtil der trykkes på [Reset] på LCP'et.			

Tabel 10.13 Anvend SLC til at indstille et relæ

		Parametre	
FC		Funktion	Indstilling
+24 V	12	130BB841.10	1-00 Konfigurationsstilstand
+24 V	13		[0] Hast., åben sløjfe
D IN	18		1-01 Motorstyringsprincip
D IN	19		[1] VVC <sup>plus</sup>
COM	20		5-40 Funktionsrelæ
D IN	27		[32] Mek. br. styr.
D IN	29		5-10 Klemme 18, digital indgang
D IN	32		[8] Start*
D IN	33		5-11 Klemme 19, digital indgang
D IN	37		[11] Reverseret start
+10 V	50	1-71 Startforsink.	0,2
A IN	53	1-72 Startfunktion	[5] VVC <sup>plus</sup> /FLUX med uret
A IN	54		
COM	55	1-76 Startstrøm	$I_{m,n}$
A OUT	42	2-20 Bremsefrigørelsesstrøm	App.-afhængigt
A OUT	42	2-21 Bremseaktiveringshast. [O/MIN]	Halvdelen af motorens nominelle slip
COM	39	* = Standardværdi	
<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>			

Tabel 10.14 Mekanisk bremsestyring (åben sløjfe)

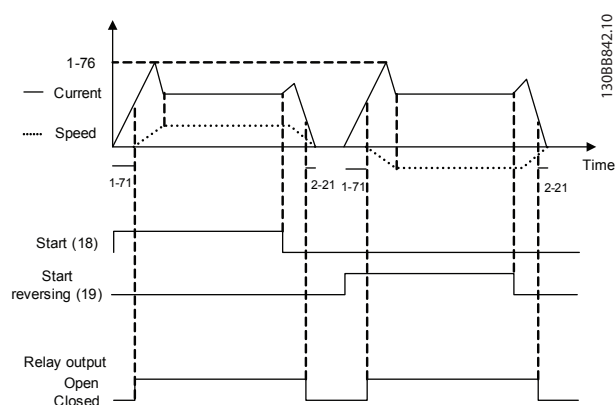


Illustration 10.4 Mekanisk bremsestyring (åben sløjfe)

### 10.1.1 Frekvensomformersystem med lukket sløjfe

Et frekvensomformersystem består som regel af flere forskellige elementer, f.eks.

- Motor
- Gearkasse
- Mekanisk bremse
- Frekvensomformer
- Encoder som feedback-system
- Bremsemodstand til dynamisk bremsning
- Kobling
- Belastning

Applikationer, der kræver mekanisk bremsestyring, har som regel brug for en bremsemodstand.

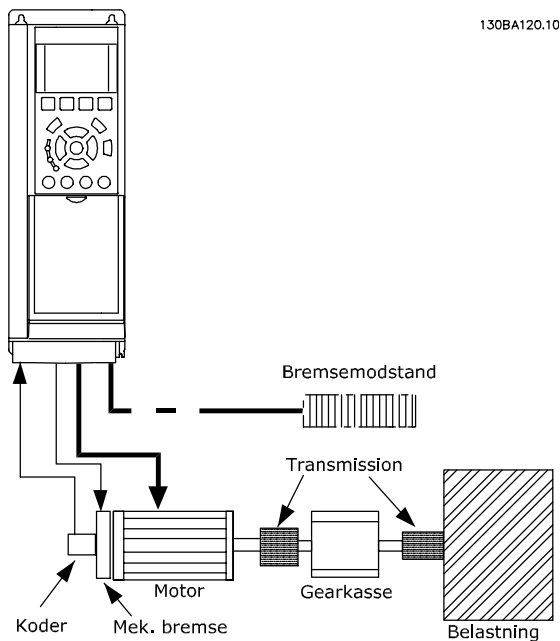


Illustration 10.5 Eksempel på FC 302 Lukket sløjfe hastighedsstyring

### 10.1.2 Programmering af momentgrænse og stop

I applikationer med en ekstern elektromekanisk bremse, f.eks. hæve-/sænkeapplikationer, er det muligt at standse frekvensomformeren med en standardstopkommando og samtidig aktivere den eksterne elektromekaniske bremse. Eksemplet nedenfor illustrerer programmeringen af frekvensomformertilslutningerne.

Den eksterne bremse kan sluttes til relæ 1 eller 2. Programmér klemme 27 til [2] *Friløb, inverteret* eller [3] *Friløb og nulstil, inverteret*, og programmér klemme 29 til [1] *Klemmetilstand 29 udgang* og [27] *Mom.-grænse & stop*.

#### Beskrivelse

Hvis en stopkommando er aktiv via klemme 18, og frekvensomformeren ikke har nået momentgrænsen, ramper motoren ned til 0 Hz.

Når frekvensomformeren har nået momentgrænsen, og en stopkommando er aktiveret, aktiveres klemme 29 udgang (programmeret til [27] *Mom.-grænse & stop*). Signalet til klemme 27 skifter fra "logisk 1" til "logisk 0", og motoren skifter til friløb, hvilket sikrer, at hæve-/sænkemekanismen stopper, selv når frekvensomformeren ikke selv kan håndtere det krævede moment (dvs. pga. en for høj overbelastning).

- Start/stop via klemme 18  
5-10 Klemme 18, digital indgang, [8] Start
- Hurtigt stop via klemme 27  
5-12 Klemme 27, digital indgang, [2] Friløbsstop, inverteret
- Klemme 29 udgang  
5-02 Klemme 29, tilstand, [1] Klemme 29 tilstand udgang  
5-31 Klemme 29, digital udgang, [27] Mom.-grænse & stop
- Relæudgang [0] (Relæudgang 1)  
5-40 Funktionsrelæ, [32] Mekanisk bremsestyring

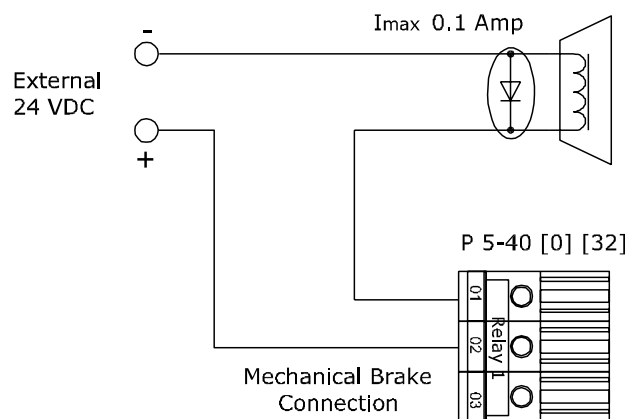
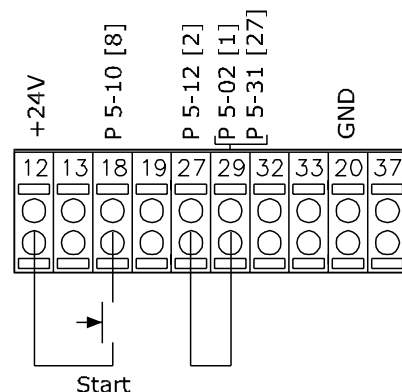


Illustration 10.6 Ekstern elektromekanisk bremse

### 10.1.3 Programmering af hastighedsstyring

Den krævede motorhastighed indstilles via et potentiometer, der er sluttet til klemme 53. Hastighedsområdet er 0-1.500 O/MIN, der svarer til 0-10 V over potentiometeret. Start og stop styres med en kontakt, der er sluttet til klemme 18. PID-hastighed overvåger den faktiske O/MIN for motoren ved at bruge en 24 V (HTL) trinvis encoder som feedback. Feedbackføleren er en encoder (1.024 pulseringer pr. omdrejning), der er sluttet til klemme 32 og 33.

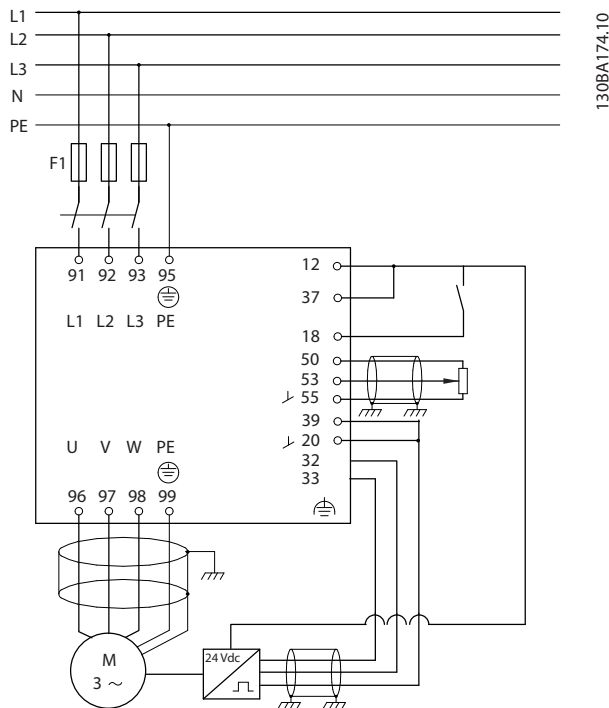


Illustration 10.7 Eksempel - hastighedsstyringstilslutninger

### Applikationseksempel

		Parametre	
		Funktion	Indstilling
<b>FC</b>			
+24 V	12	7-00 Hastighed, PID-feedbackkilde	[2] MCB 102
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32	17-11 Opløsning (PPR)	1024*
D IN	33	13-00 SL styreenh.-tilstand	[1] Aktiv
D IN	37	13-01 Starthændelse	[19] Advarsel
+10 V	50	13-02 Stophændelse	[44] Reset-tast
A IN	53	13-10 Sammenligner, operand	[21] Advarselsnummer
A IN	54		
COM	55	13-11 Sammenligner, operator	[1] ≈*
A OUT	42	13-12 Sammenligner, værdi	90
COM	39	13-51 SL styreenh.-hændelse	[22] Sammenligner 0
		13-52 SL styreenh.-handling	[32] Indst. dig. udg. A lav
		5-40 Funktionsrelæ	[80] SL digital udgang A
* = standardværdi			
<b>Bemærkninger/kommentarer:</b>			
Advarsel 90 udstedes, når feedbacksignalet fra encoderen ikke svarer til referencen. SLC'en overvåger advarsel 90, og relæ 1 udløses, hvis advarsel 90 bliver SAND. Eksternt udstyr kan angive, at det er nødvendigt med service.			

Tabel 10.15 Anvend SLC til at indstille et relæ

# 11 Optioner og tilbehør

## 11.1 Kommunikationsoptioner

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN Open MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS Converter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- VLT® DeviceNet Converter MCA 194

## 11.2 I/O, Feedback og sikkerhedsoptioner

### 11.2.1 VLT® Universal I/O modul MCB 101

MCB 101 anvendes til forlængelse af digitale og analoge indgange og udgange på FC 301 og FC 302.

Montér MCB 101 i port B i VLT® AutomationDrive.

Indhold:

- MCB 101 optionsmodul
- Forlænget beslag til LCP
- Klemmeafdækning

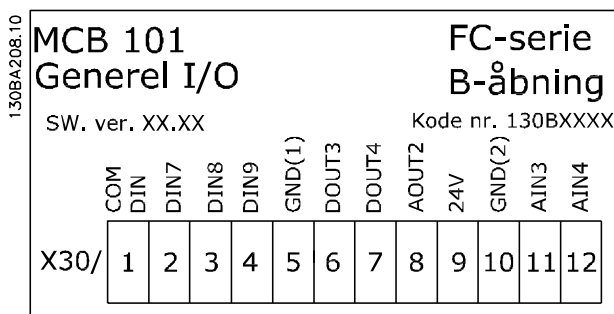


Illustration 11.1 MCB 101 option

### 11.2.1.1 Galvanisk adskillelse i MCB 101

Digitale/analoge indgange er galvanisk adskilt fra andre ind-/udgange på MCB 101 og i styrekortet for frekvensomformereren. Digitale/analoge udgange i MCB 101 er galvanisk adskilt fra andre ind-/udgange på MCB 101, men ikke fra dem på frekvensomformerens styrekort.

Hvis de digitale indgange 7, 8 og 9 skal kobles vha. den interne strømforstyrning på 24 V (klemme 9), etableres tilslutning mellem klemme 1 og 5, se *Illustration 11.2*.

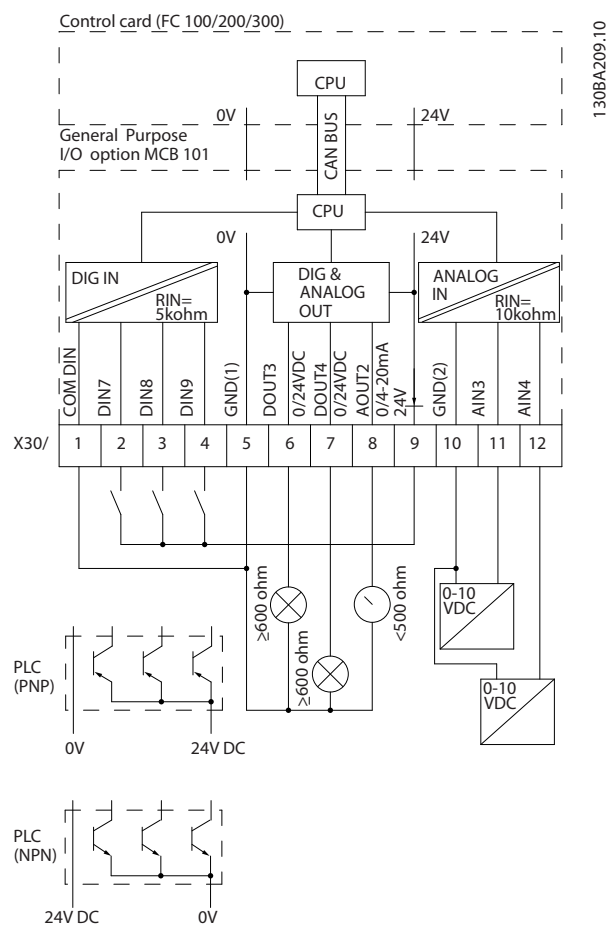


Illustration 11.2 Principdiagram

## Digital indgang – klemme X30/1-4

Antal digitale indgange	3
Klemmenummer	X30.2, X30.3, X30.4
Logik	PNP eller NPN
Spændingsniveau	0-24 V DC
Spændingsniveau, logisk '0' PNP (GND = 0 V)	< 5 V DC
Spændingsniveau, logisk '1' PNP (GND = 0 V)	> 10 V DC
Spændingsniveau, logisk '0' NPN (GND = 24 V)	< 14 V DC
Spændingsniveau, logisk '1' NPN (GND = 24 V)	> 19 V DC
Maksimumspænding på indgang	28 V kontinuerlig
Pulsfrekvensområde	0-110 kHz
Driftscyklus, min. pulsbredde	4,5 ms
Indgangsimpedans	> 2 k $\Omega$

## Analog indgang – klemme X30/11, 12

Antal analoge indgange	2
Klemmenummer	X30.11, X30.12
Tilstande	Spænding
Spændingsniveau	0-10 V
Indgangsimpedans	> 10 k $\Omega$
Maks. spænding	20 V
Opløsning for analoge indgange	10 bit (+ fortegn)
Nøjagtighed for analoge indgange	Maks. fejl 0,5 % af fuld skala
Båndbredde	FC 301: 20 Hz/ FC 302: 100 Hz

## Digitale udgange – klemme X30/6, 7

Antal digitale udgange	2
Klemmenummer	X30.6, X30.7
Spændingsniveau ved digital udgang/frekvensudgang	0-24 V
Maks. udgangsstrøm	40 mA
Maks. belastning	$\geq 600 \Omega$
Maks. kapacitiv belastning	< 10 nF
Min. udgangsfrekvens	0 Hz
Maks. udgangsfrekvens	$\leq 32$ kHz
Nøjagtighed på udgangsfrekvens	Maks. fejl: 0,1 % af fuld skala

## Analog udgang – klemme X30/8

Antal analoge udgange	1
Klemmenummer	X30.8
Strømområde ved analog udgang	0-20 mA
Maks. belastning GND – analog udgang	500 $\Omega$
Nøjagtighed på analog udgang	Maks. fejl: 0,5 % af fuld skala
Opløsning på analog udgang	12 bit

11.2.2 VLT<sup>®</sup> Encoderoption MCB 102

Encodermodul kan både bruges som feedbackkilde for Flux-styring med lukket sløjfe (1-02 Flux-motorfeedbackkilde) og som hastighedsstyring med lukket sløjfe (7-00 Hastighed, PID-feedbackkilde). Konfigurer encoderoptionen i parametergruppe 17-\*\* Feedback-option.

## Bruges til

- VVC<sup>plus</sup> lukket sløjfe
- Flux Vektor-hastighedsstyring
- Flux Vektor-momentstyring
- Permanent magnetmotor

Understøttede encodertyper:

Trinvisse encodere: 5 V TTL type, RS-422, maks. frekvens: 410 kHz

Trinvisse encodere: 1 V<sub>pp</sub>, sinus-cosinus

Hiperface® Encoder: Absolut og sinus-cosinus (Stegmann/SICK)

EnDat-encoder: Absolut og sinus-cosinus (Heidenhain) understøtter version 2.1

SSI-encoder: Absolut

### **BEMÆRK!**

Trinvisse encodere anbefales ikke til brug med PM-motorer på grund af risiko for forkert polaritet.

### **BEMÆRK!**

Det anbefales kraftigt altid at forsyne encoderen gennem MCB 102. Det skal undgås at bruge ekstern strømforsyning til encoderen.

Encoder-overvåger:

De fire encoder-kanaler (A, B, Z og D) overvåges, og åbne kredsløb og kortslutninger kan registreres. Der er en grøn LED-lampe for hver kanal, som lyser, når kanalen er OK.

### **BEMÆRK!**

LED-lamperne er kun synlige, når LCP fjernes. I 17-61 *Feedbacksignalovervågning* vælges en reaktion i tilfælde af en encoder-fejl: [0] Deaktiveret, [1] Advarsel eller [2] Trip.

Når encoderoptionssættet bestilles særskilt, indeholder det:

- Encoderoption MCB 102
- Forstørret LCP-beslag og forstørret klemmeafdækning

Encoder-optionen understøtter ikke FC 302-frekvensomformere, der er bygget før uge 50/2004.

Min. softwareversion: 2.03 (15-43 *Softwareversion*)

11

Connector Designation X31	Trinvis encoder (se <i>Illustration 11.3</i> )	SinCos-encoder Hiperface® (se <i>Illustration 11.4</i> )	EnDat-encoder	SSI-encoder	Beskrivelse
1	NC			24 V*	24 V-udgang (21-25 V, I <sub>maks</sub> :125 mA)
2	NC	8 VCC			8 V-udgang (7-12 V, I <sub>maks</sub> : 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V*	5 V-udgang (5 V ± 5 %, I <sub>maks</sub> : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	A-indgang	+COS	+COS		A-indgang
6	A-inv. indgang	REFCOS	REFCOS		A-inv. indgang
7	B-indgang	+SIN	+SIN		B-indgang
8	B. inv. indgang	REFSIN	REFSIN		B. inv. indgang
9	Z-indgang	+Data RS-485	Urudgang	Urudgang	Z-indgang ELLER +Data RS-485
10	Z inv.-indgang	-Data RS-485	Urudgang inv.	Urudgang inv.	Z-indgang ELLER -Data RS-485
11	NC	NC	Data ind	Data ind	Fremtidig brug
12	NC	NC	Data ind, inv.	Data ind, inv.	Fremtidig brug
Maks. 5 V på X31.5-12					

Tabel 11.1 Encoder-tilslutninger

\* Forsyning til encoder: Se data på encoder

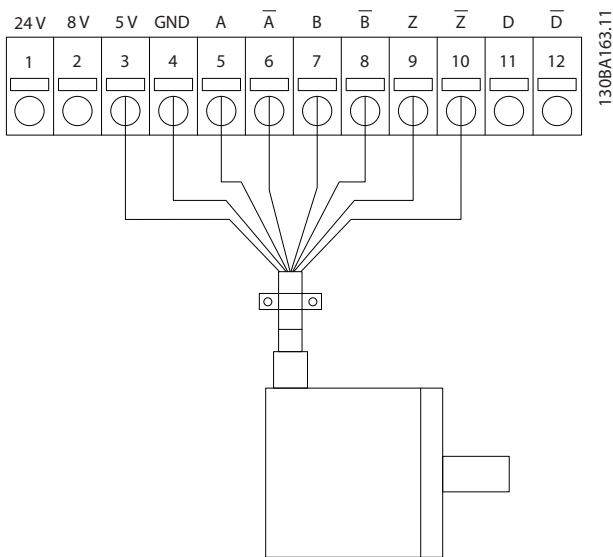


Illustration 11.3 Trinvis encoder

**BEMÆRK!**

Maks. kabellængde 150 m.

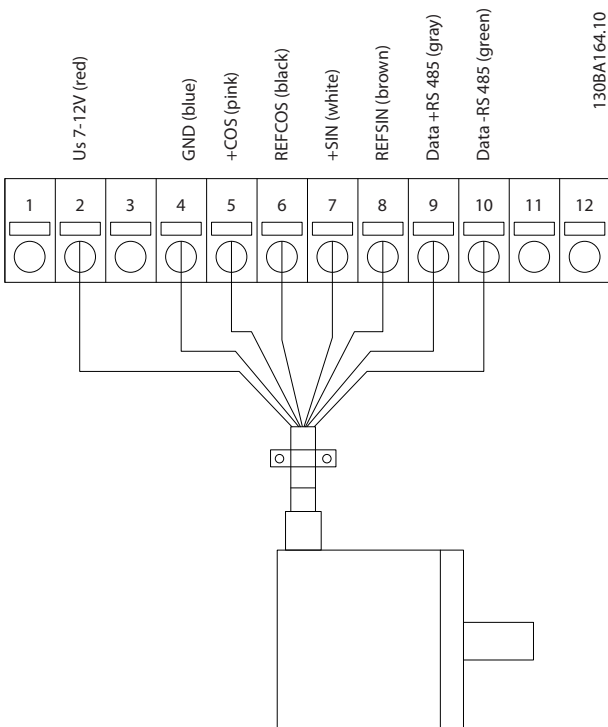


Illustration 11.4 SinCos-encoder Hiperface

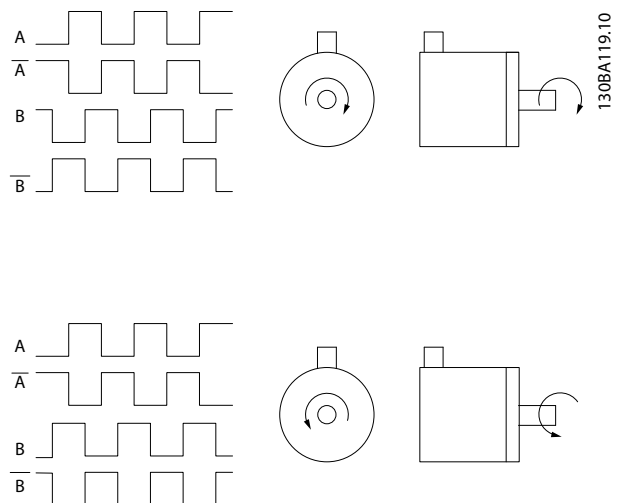


Illustration 11.5 Omdrejningsretning

### 11.2.3 VLT® Resolveroption MCB 103

Resolveroption MCB 103 bruges til tilknytning af resolvermotorfeedback til VLT® AutomationDrive. Resolvere anvendes grundlæggende som motorfeedbackenhed til børsteløse synkron motorer med permanent magnet.

**Når Resolveroptionssættet bestilles særskilt, indeholder det**

- Resolveroption MCB 103
- Forstørret LCP-beslag og forstørret klemmeafdækning

Valg af parametre: 17-5\* Resolver-grænseflade.

Resolveroption MCB 103 understøtter flere slags resolytper.

Resolverpoler	17-50 Poler: 2 *2
Resolverindgangsspænding	17-51 Indgangsspæn.: 2,0–8,0 V <sub>rms</sub> *7,0 V <sub>rms</sub>
Resolverindgangsfrekvens	17-52 Indgangsfrekvens: 2–15 kHz *10,0 kHz
Transformationsforhold	17-53 Transformationsforh.: 0,1–1,1 *0,5
Sekundær indgangsspænding	Maks. 4 V <sub>rms</sub>
Sekundær belastning	Ca. 10 kΩ

Tabel 11.2 Resolverspecifikationer

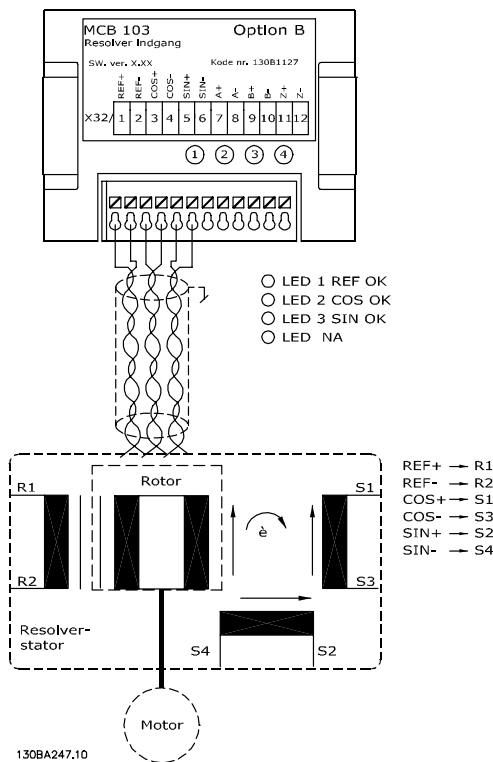


Illustration 11.6 MCB 103 Resolver-indgang

**LED-lamper**

LED-lampe 1 lyser, når referencesignalet er OK for resolveren

LED 2 lyser, når cosinus-signalet er OK fra resolveren.

LED 3 lyser, når sinus-signalet er OK fra resolveren

LED-lamperne lyser, når 17-61 Feedbacksignalovervågning er indstillet til [1] Advarsel eller [2] Trip.

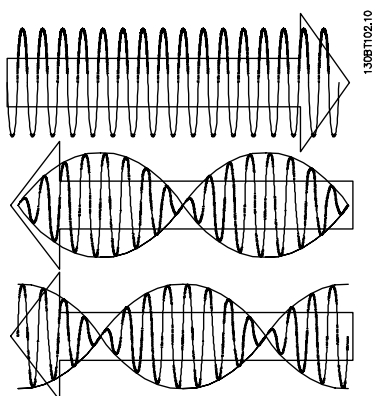


Illustration 11.7 Motor med permanent magnet (PM) med en resolver som hastighedsfeedback.

**Eksempel på opsætning**

I dette eksempel anvendes der en motor med permanent magnet (PM) med en resolver som hastighedsfeedback. En PM-motor skal som regel køre i Flux mode.

**Kabelføring**

Den maksimale kabellængde er 150 m, når der anvendes et snoet kabel.

**BEMÆRK!**

Resolverkablerne skal være skærmede og adskilt fra motorkablerne.

**BEMÆRK!**

Afskærmningen på resolverkablet skal sluttes korrekt til afkoblingspladen og til chassiset (jord) på motorsiden.

**BEMÆRK!**

Brug altid afskærmede motorkabler og bremsechopperkabler.

1-00 Konfigurations-tilstand	[1] Hastighed, lukket sløjfe
1-01 Motorstyrings-princip	[3] Flux med feedback
1-10 Motor konstruktion	[1] PM, ikke-udpræg. SPM
1-24 Motorstrøm	Typeskilt
1-25 Nominel motorhastighed	Typeskilt
1-26 Kont. nominelt motormoment	Typeskilt
AMA kan ikke bruges på PM-motorer	
1-30 Stator modstand (Rs)	Motordatablad
30-80 d-akseinduktans (Ld)	Motordatablad (mH)
1-39 Motorpoler	Motordatablad
1-40 Modelektromot.kraft v. 1000 O/MIN	Motordatablad
1-41 Motorvinkelforskydning	Motordatablad (som regel nul)
17-50 Poler	Resolverdatablad
17-51 Indgangsspæn.	Resolverdatablad
17-52 Indgangsfrekvens	Resolverdatablad
17-53 Transformationsforh.	Resolverdatablad
17-59 Resolvergrænseflade	[1] Aktiveret

Tabel 11.3 Parametre, der skal justeres



### 11.2.4 VLT® Relækort MCB 105

Relæoption MCB 105 indeholder 3 stk. SPDT-kontakter og skal monteres på port B.

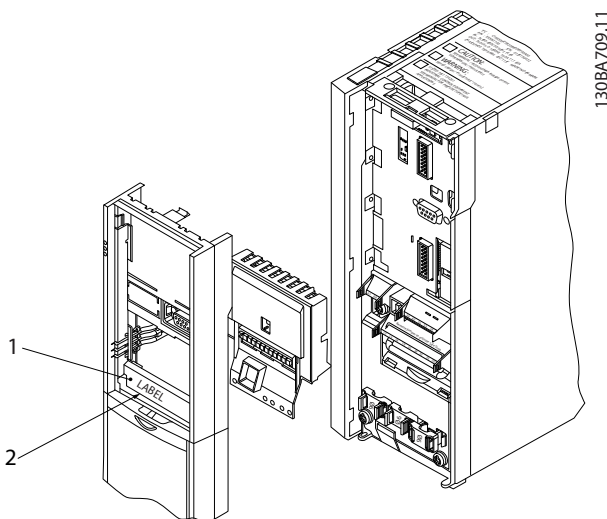
#### Elektriske data

Maks. klemmebelastning (AC-1) <sup>1)</sup> (resistiv belastning)	240 V AC 2 A
Maks. klemmebelastning (AC-15) <sup>1)</sup> (Induktiv belastning ved $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC 0,2 A
Maks. klemmebelastning (DC-1) <sup>1)</sup> (resistiv belastning)	24 V DC 1 A
Maks. klemmebelastning (DC-13) <sup>1)</sup> (induktiv belastning)	24 V DC 0,1 A
Min. klemmebelastning (DC)	5 V 10 mA
Maks. koblingsfrekvens ved nominal belastning/min. belastning	6 min <sup>-1</sup> /20 sek <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> IEC 947 del 4 og 5

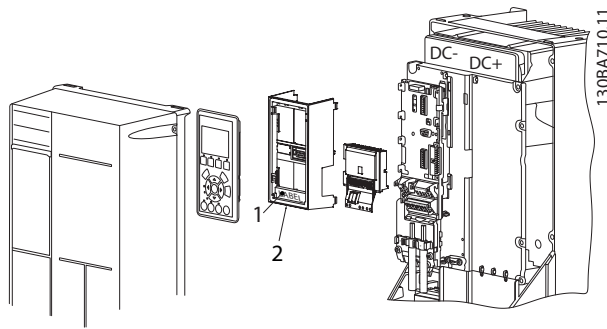
Hvis relæoptionssættet bestilles separat, indeholder sættet:

- Relæmodul MCB 105
- Forstørret LCP-beslag og forstørret klemmeafdækning
- Mærkat, der skal spærre for adgang til kontakterne, S201, S202 og S801
- Kabelstrips til fastgørelse af kablene på relæmodulet



1	<b>VIGTIGT!</b> Mærkaten SKAL anbringes på LCP-kapslingen som vist (UL-godkendt).
2	Relækort

Illustration 11.8 Kapslingstyper A2-A3-B3



1	<b>VIGTIGT!</b> Mærkatens SKAL anbringes på LCP-kapslingen som vist (UL-godkendt).
2	Relækort

Illustration 11.9 Kapslingstyper A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

**BEMÆRK!**

For at få adgang til RS-485-termineringskontakt S801 eller strøm/spænding-kontakterne S201/S202 skal relækortet afmonteres (se *Illustration 11.8* og *Illustration 11.9*, position 2).

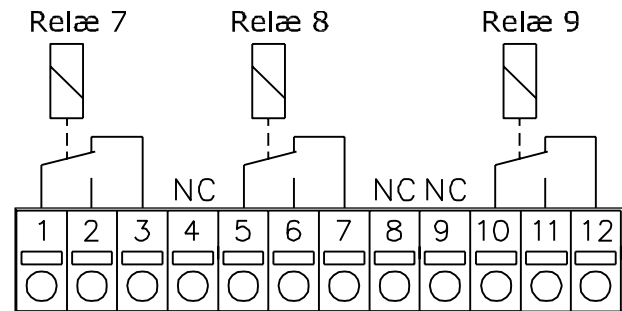


Illustration 11.10 Relæer

**ADVARSEL**
**Advarsel – dobbeltforsyning**

Sådan monteres Relækort MCB 105-optionen:

1. Afbryd strømmen til frekvensomformeren.
2. Afbryd strømmen til de strømførende dele på relæklemmerne.
3. Fjern LCP'et, klemmeafdækningen og LCP-beslaget fra frekvensomformeren.
4. Montér MCB 105-optionen på port B.
5. Tilslut styreledninger, og fastgør kablerne med de medfølgende kabelstrips.
6. Sørg for, at længden på den afisolerede ledning er korrekt (se *Illustration 11.11*).
7. Bland ikke strømførende dele (højspænding) med styresignaler (PELV).
8. Montér det forstørrede LCP-beslag og den forstørrede klemmeafdækning.
9. Udskift LCP'et.
10. Slut strømmen til frekvensomformeren.
11. Vælg relæfunktionerne i 5-40 Funktionsrelæ [6-8], 5-41 ON-forsinkelse, relæ [6-8] og 5-42 OFF-forsinkelse, relæ [6-8].

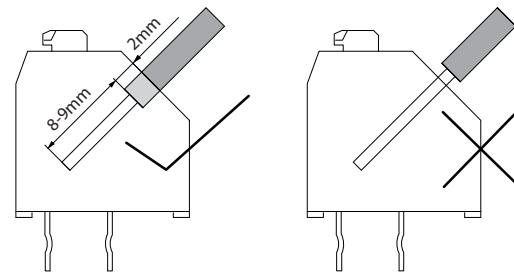
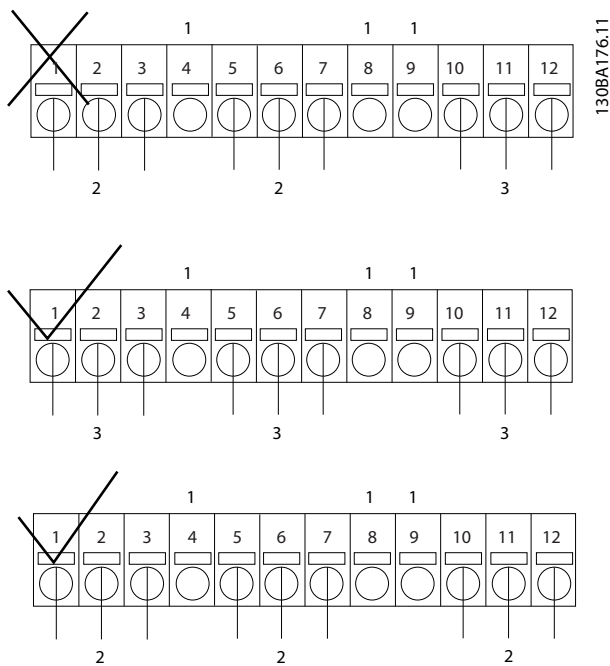


Illustration 11.11 Korrekt indsættelse af ledning

**BEMÆRK!**

Array [6] er relæ 7, array [7] er relæ 8, og array [8] er relæ 9



1	NC
2	Strømførende del
3	PELV

Illustration 11.12 Korrekt relæledningsføring

**BEMÆRK!**

Kombinér ikke 24/48 V-systemer med højspændingssystemer.

11.2.5 VLT® Safe PLC Interface-option MCB 108

Safe PLC Interface-option MCB 108 er designet til indbygning mellem Safe dual pole (plus/minus) på Safe PLC og sikker standsning-indgang på FC 302. Safe PLC-grænsefladen muliggør sikker udgang på Safe PLC til opretholdelse af testpulser på plus- og minus-udgangen, uden at det påvirker følersignalet til sikker standsning T37.

Det kan bruges i kombination med sikkerhedsudstyr, således at kravene i IEC61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 kat. 3 til Safe Torque Off (STO) opfyldes.

Optionsmodulet MCB 108 er galvanisk adskilt via en intern DC/DC-omformer, og den kan monteres i port B.

Indgangsspænding (DC)	18-28 V DC
Typisk strømindgang (DC)	60 mA
Maks. strømindgang (DC)	110 mA DC
Maks. indgangsstrøm (DC)	500 mA DC
Udgangsspænding (DC)	20 V DC@Vin = 24 V
Tænd forsinkelse	1 ms
Sluk forsinkelse	3 ms

Overhold følgende forholdsregler

- FC 302 med MCB 108 (herunder forbindelser mellem X31/9 og klemme 37) skal anbringes i en IP54-kapsling.
- Aktivering af sikker standsning (i.e. fjernelse af 24 V DC-spændingsforsyning til klemme 37, idet spænding til dual pole-indgang på MCB 108 fjernes) yder ikke elektrisk sikkerhed.
- Sikkerhedsudstyret, der er tilsluttet dual pole-indgangen på MCB 108, skal opfylde kravene til kat. 3 / PL d iht. ISO 13849-1 til afbrydelse af spændingen/strøm til MCB 108. Dette gælder også for forbindelser mellem MCB 108 og sikkerhedsudstyret.
- Læs og følg instruktionen til sikkerhedsudstyret for at forbinde det korrekt til MCB 108.

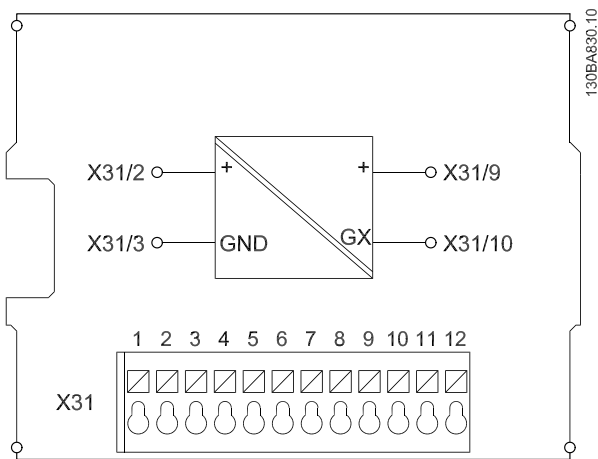


Illustration 11.13 Optionsmodul Safe PLC-grænseflade MCB 108

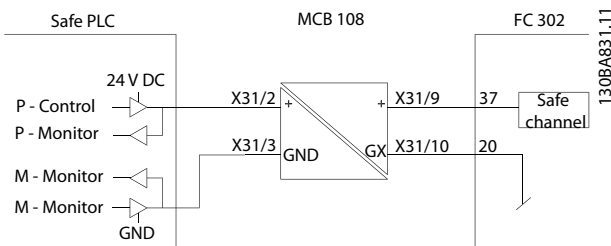


Illustration 11.14 Safe PLC-grænseflade MCB 108, tilslutning

### 11.2.6 VLT® PTC-termistorkort MCB 112

Med MCB 112-optionen er det muligt at overvåge temperaturen i en elektrisk motor gennem en galvanisk adskilt PTC-termistorindgang. Det er en B-option til frekvensomformereren med Safe Torque Off.

Se *kapitel 10 Applikationseksempler* for forskellige applikationsmuligheder.

X44/1 og X44/2 er termistorindgangene. X44/12 aktiverer Safe Torque Off i frekvensomformereren (T-37), hvis termistorværdierne kræver det, og X44/10 informerer frekvensomformereren om, at en forespørgsel om safe torque off kom fra MCB 112 for at sikre en passende håndtering af alarmen. En af de digitale indgangsparametre (eller en digital indgang på en monteret option) skal indstilles til [80] PTC-kort 1 for at bruge oplysningerne fra X44/10. Konfigurer 5-19 *Klemme 37 Sikker standsning* til den ønskede Safe Torque Off-funktion (standardindstillingen er Sikker standsns.al.).

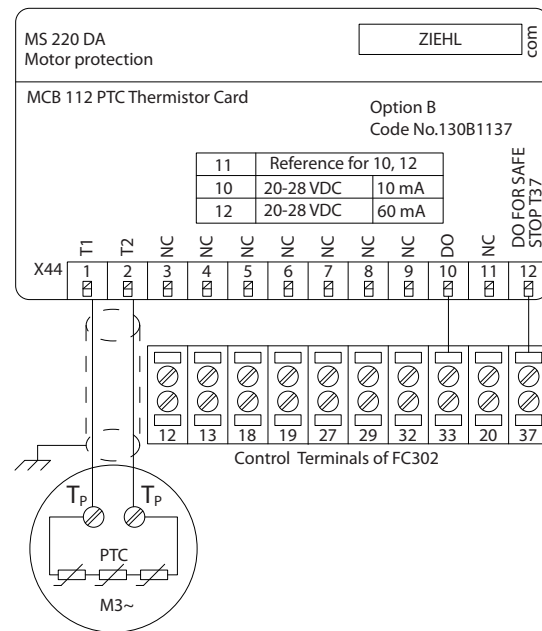


Illustration 11.15 Installation af MCB 112

**ATEX-certificering med FC 102, FC 202 og FC 302**

MCB 112 er certificeret i henhold til ATEX, hvilket betyder, at frekvensomformereren sammen med MCB 112 kan bruges med motorer i potentielt eksplosive atmosfærer. Se *VLT® PTC-termistorkort MCB 112 Betjeningsvejledning* for flere oplysninger.



Illustration 11.16 ATmosphère EXplosive (ATEX)

**Elektriske data**
**Modstandsforbindelse**

PTC overholder DIN 44081 og DIN 44082	
Nummer	1.6 modstande i serie
Afbryderværdi	3,3 Ω... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Nulstillingsværdi	1,7 Ω ... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Udløsertolerance	± 6 °C
Samlet modstand i følersløjfen	< 1,65 Ω
Klemmespænding	≤ 2,5 V for R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V for R = ∞
Følerstrøm	≤ 1 mA
Kortslutning	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Strømforbrug	60 mA

**Testbetingelser**

EN 60 947-8	
Måling af modstand mod stødspænding	6.000 V
Overspændingskategori	III
Forureningsgrad	2
Måling af isoleringsspænding Vbis	690 V
Pålidelig galvanisk adskillelse indtil Vi	500 V
Permanent omgivelsestemperatur	-20 °C til +60 °C
Fugt	EN 60068-2-1 Tørvarme 5-95 %, kondensering ikke tilladt
Vibrationsmodstand	10 til 1.000 Hz 1,14 g
Modstand mod rystelser	50 g

**Sikkerhedssystemværdier**

EN 61508 for Tu = 75 °C igangværende	
SIL	2 for vedligeholdelsescyklus på to år 1 for vedligeholdelsescyklus på tre år
HFT	0
PFD (for årlig funktionstest)	4.10 *10 <sup>-3</sup>
SFF	78%
λ <sub>s</sub> + λ <sub>DD</sub>	8494 FIT
λ <sub>DU</sub>	934 FIT
Bestillingsnummer 130B1137	

## 11.2.7 VLT® Udvidet relækort MCB 113

MCB 113 fjører syv digitale indgange, to analoge udgange og fire SPDT-relæer til frekvensomformerens standard-I/O for at opnå øget fleksibilitet og for at overholde de tyske NAMUR NE37-anbefalinger.

MCB 113 er en standard-C1-option til VLT® AutomationDrive, og den registreres automatisk efter montering.

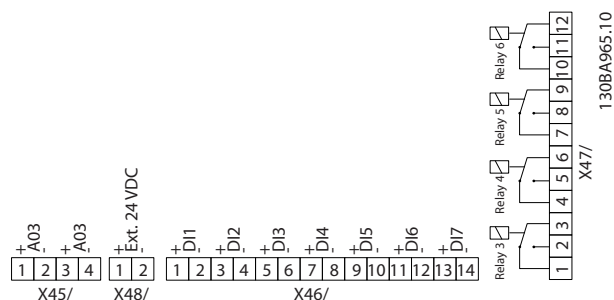


Illustration 11.17 Elektriske tilslutninger på MCB 113

MCB 113 kan sluttes til en ekstern 24 V på X58 for at sikre galvanisk adskillelse mellem VLT® AutomationDrive og optionskortet. Hvis der ikke er behov for galvanisk adskillelse, kan optionskortet forsynes internt med 24 V fra frekvensomformeren.

### **BEMÆRK!**

24 V-signaler må gerne kombineres med højspændingssignaler i relæerne, så længe der findes et ubrugt relæ imellem dem.

Til opsætning af MCB 113, brug parametergruppe 5-1\* Digital indgang, 6-7\* Analog udgang 3, 6-8\* Analog udgang 4, 14-8\* Optioner, 5-4\* Relæer og 16-6\* Indgange og udgange.

11

### **BEMÆRK!**

I parametergruppe 5-4\* Relæ, Array [2] er relæ 3, array [3] er relæ 4, array [4] er relæ 5 og array [5] er relæ 6

#### Elektriske data

##### Relæer

Numre	4 SPDT
Belastning ved 250 V AC/30 V DC	8 A
Belastning ved 250 V AC/30 V DC med $\cos = 0,4$	3,5 A
Overspændingskategori (kontakt-jord)	III
Overspændingskategori (kontakt-kontakt)	II
Kombination af 250 V- og 24 V-signaler	Kan bruges med et ubrugt relæ imellem
Maks. gennemløbsforsinkelse	10 ms
Isoleret fra jord/chassis til brug på it-netforsyningssystemer	

##### Digitale indgange

Numre	7
Indstillingsområde	0/24 V
Tilstand	PNP/NPN
Indgangsimpedans	4 kW
Lavt udløsniveau	6,4 V
Højt udløsniveau	17 V
Maks. gennemløbsforsinkelse	10 ms

## Analoge udgange

Numre	2
Indstillingsområde	0/4 -20 mA
Opløsning	11 bit
Linearitet	< 0,2 %

 11.2.8 VLT<sup>®</sup> Sensor Input-option MCB 114

Følerindgangsoptionskortet MCB 114 kan bruges i følgende tilfælde:

- Følerindgang til temperaturtransmitterne PT100 og PT1000 til overvågning af lejetemperaturer
- Som en almindelig udvidelse af analoge indgange med en ekstra indgang til styring af flere zoner eller differens-trykmålinger
- Understøtter udvidede PID-styreenheder med I/O'er til sætpunkt, transmitter-/følerindgange

Typiske motorer, der er udstyret med temperaturfølere til beskyttelse af lejer mod overbelastning, monteres med tre PT100/1000-temperaturfølere; én på fronten, én i det bageste leje og én i motorviklingerne. Danfoss-optionen MCB 114 understøtter to- eller tre-ledningsfølere med individuelle temperaturgrænser for under-/overtemperatur. Ved opstart udføres en automatisk detektering af følerstype PT100 eller PT1000.

Optionen kan generere en alarm, hvis den målte temperatur enten er under den lave grænse eller over den høje grænse, som de er angivet af brugeren. Den individuelle målte temperatur på hver følerindgang kan udlæses på displayet eller via udlæsningsparametre. Hvis der forekommer en alarm, kan relæerne eller de digitale udgange programmeres til at være aktive ved at vælge [21] *Termisk advarsel* i parametergruppe 5-\*\* *Digital I/O-tilstand*.

En fejltilstand har et almindeligt advarsels-/alarmnummer tilknyttet, hvilket er Alarm/advarsel 20, Temp.indg.fejl. Enhver tilgængelig udgang kan programmeres til at være aktiv, hvis advarslen eller alarmen forekommer.

## 11.2.8.1 Elektriske og mekaniske specifikationer

## Analog indgang

Antal analoge indgange	1
Format	0-20 mA eller 4-20 mA
Ledninger	2
Indgangsimpedans	<200 Ω
Prøvetagningsfrekvens	1 kHz
3. rækkes filter	100 Hz ved 3 dB

Optionen kan forsyne den analoge føler med 24 V DC (klemme 1).

## Temperaturfølerindgang

Antal analoge indgange, der understøtter PT100/1000	3
Signaltype	PT100/1000
Tilslutning	PT100 to eller tre ledninger/PT1000 to eller tre ledninger
Frekvens PT100- og PT1000-indgang	1 Hz for hver kanal
Opløsning	10 bit
Temperaturområde	-50–204 °C -58–399 °F

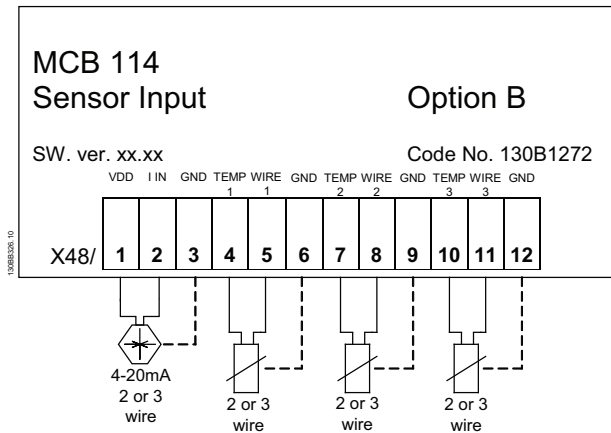
## Galvanisk adskillelse

De følere, der skal tilsluttes, forventes at være galvanisk adskilt fra netspændingsniveauet	IEC 61800-5-1 og UL508C
--	-------------------------

## Kabelføring

Maksimal signalkabellængde	500 m
----------------------------	-------

## 11.2.8.2 Elektrisk ledningsføring



Klemme	Navn	Funktion
1	VDD	24 V DC til forsyning af 4-20 mA føler
2	I i	4-20 mA indgang
3	GND	Analog indgang GND
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Temperaturindgang
5, 8, 11	Ledning 1, 2, 3	3. ledningsindgang, hvis der anvendes tre følere
6, 9, 12	GND	Temp. indgang GND

Illustration 11.18 MCB 114

## 11.2.9 VLT® Safe-option MCB 15x

**BEMÆRK!**

Se MCB 15x Safe Option Betjeningsvejledning for flere oplysninger om MCB 15x.

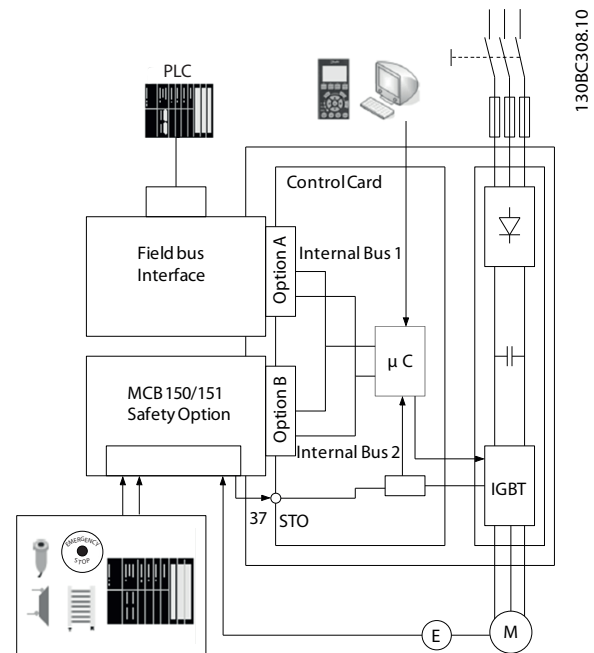


Illustration 11.19 Sikkeret frekvensomformersystem

MCB 15x udfører sikkerhedsfunktioner i overensstemmelse med EN IEC 61800-5-2. Bevægelsessekvenser i frekvensomformere overvåges, hvilke bringes til sikker standsning og nedlukning i tilfælde af en fejl.

MCB 15x er indbygget i VLT® AutomationDrive FC 302 og kræver et signal fra en følerenhed. Et sikkert frekvensomformersystem fra Danfoss består af følgende

- Frekvensomformer, VLT® AutomationDrive FC 302
- MCB 15x indbygget i frekvensomformeren

MCB 15x

- aktiverer sikkerhedsfunktioner
- overvåger sikre bevægelsessekvenser
- signalerer status på sikkerhedsfunktioner til sikkerhedsstyresystem via eventuel tilsluttet Profibus fieldbus
- aktiverer den valgte fejlreaktion Safe Torque Off eller sikker standsning 1, i tilfælde af en fejl

Der er 2 varianter af MCB 15x, én med HTL-encodergrænseflade (MCB 151) og én med TTL-encodergrænseflade (MCB 150).



MCB 15x Safe-option er konstrueret som en standard-option til VLT® AutomationDrive FC 302, og den registreres automatisk efter montering.

MCB 15x kan bruges til at overvåge standsning, start eller hastighed på et bevægeligt apparat, der roterer eller bevæger sig sidelæns. Til overvågning af hastighed bruges optionen ofte i kombination med maskinbeskyttelse, adgangsdøre og sikkerhedsporte med sikkerhedskontakter med solenoid-lås. Når det overvågnede apparats hastighed falder til under det indstillede kontaktpunkt (hvor motorens hastighed ikke længere vurderes som farlig), indstiller MCB 15x S37-udgangen til lav. Dette giver operatøren mulighed for at åbne sikkerhedslågen. I applikationer med hastighedsovervågning er S37 sikkerhedsudgang høj for driften (når motorhastigheden af det overvågnede apparat er under det indstillede kontaktpunkt). Når hastigheden overstiger den indstillede værdi, der angiver en for høj (farlig) hastighed, er sikkerhedsudgangen lav.

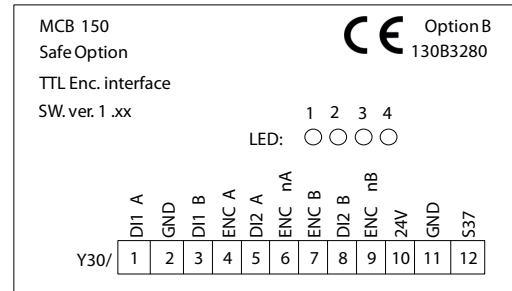
#### Frekvensomformereren

- fjerner effekten fra motoren,
- skifter motoren til moment-fri, hvis Safe Torque Off er aktiveret

#### Sikkerhedsstyringssystemet

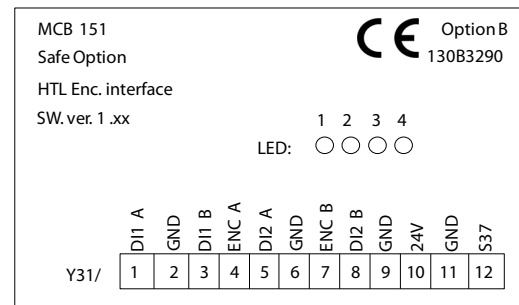
- aktiverer sikkerhedsfunktioner via indgange på MCB 15x
- evaluerer signaler fra sikkerhedsudstyr, som f.eks.
  - E-STOP push-knapperne
  - Magnetisk afbryder, ingen kontakt
  - Interlocking-afbryder
  - Lysgardin-udstyr
- processerer MCB 15x statusfunktion
- giver sikker tilslutning mellem MCB 15x og sikkerhedsstyringssystem
- giver fejldetektering ved aktivering af sikkerhedsfunktioner (kortslutninger på tværs af kontakter, kortslutning) på signal mellem sikkerhedsstyringssystem og MCB 15x

#### Set forfra



130BC306.10

Illustration 11.20 MCB 150



130BC307.10

Illustration 11.21 MCB 151

## Tekniske specifikationer

## MCB 150/MCB 151

Strømforsbrug	2 W (tilsvarende strømforsbrug tilknyttet VDD)
Strømforsbrug VCC (5 V)	< 200 mA
Strømforsbrug VDD (24 V)	< 30 mA (< 25 mA for MCB 150)

## Digitale indgange

Antal digitale indgange	4 (2 x 2-kanal digital sikkerhedsindgang)
Indgangsspændingsområde	0 til 24 V DC
Indgangsspænding, logisk '0'	< 5 V DC
Indgangsspænding, logisk '1'	> 12 V DC
Indgangsspænding (maks)	28 V DC
Indgangsstrøm (min)	6 mA @ $V_{in} = 24 V$ (indkoblingsstrøm 12 mA spids)
Indgangsmodstand	ca. 4 k $\Omega$
Galvanisk adskillelse	Nej
Kortslutningsbeskyttelse	Ja
Indgangspuls anerkendelsestid (min)	3 ms
Afvigelsestid (min)	9 ms
	(< 30 m skærmet eller uskærmet kabel)
Kabellængde	> 30 m (skærmet kabel)

## Digital udgang (sikker udgang)

Antal udgange	1
Udgangsspænding lav	< 2 V DC
Udgangsspænding høj	> 19,5 V DC
Udgangsspænding (maks)	24,5 V DC
Nominelle udgangsstrøm (@24 V)	< 100 mA
Nominel udgangsstrøm (@0 V)	< 0,5 mA
Galvanisk adskillelse	Nej
Diagnostisk testpuls	300 us
Kortslutningsbeskyttelse	Ja
Kabellængde	< 30 m (skærmet kabel)

## TTL-encoderindgang (MCB 150)

Antal encoderindgange	4 (2 x differentialindgange A/A, B/B)
Encodertyper	TTL, RS-422/RS-485 trinvis encodere
Differentialt indgangsspændingsområde	-7 til +12 V DC
Common mode indgangsspænding	-12 til +12 V DC
Indgangsspænding, logisk '0' (diff)	< -200 mV DC
Indgangsspænding, logisk '1' (diff)	> +200 mV DC
Indgangsmodstand	ca. 120 $\Omega$
Maksimumfrekvens	410 KHz
Kortslutningsbeskyttelse	Ja
	< 150 m (testet med skærmet kabel - Heidenhain AWM type 20963 80 °C 30V E63216, 100 m skærmet motorkabel, uden belastning på motor)
Kabellængde	

## HTL-encoderindgang (MCB 151)

Antal encoderindgange	2 (2 x enkelt-afsluttede indgange A; B)
Encodertyper	HTL trinvisse encodere; HTL Proximity sensor
Logisk indgang	PNP
Indgangsspændingsområde	0 til 24 V DC
Indgangsspænding, logisk '0'	< 5 V DC
Indgangsspænding, logisk '1'	> 12 V DC
Indgangsspænding (maks)	28 V DC
Indgangsmodstand	ca. 4 Ω
Maksimumfrekvens	110 kHz
Kortslutningsbeskyttelse	Ja

< 100 m (testet med skærmet kabel - Heidenhain AWM type 20963 80 °C 30V E63216, 100 m skærmet motorkabel, uden belastning på motor)

## Kabellængde

## 24 V-forsyning udgang

Forsyningsspænding	24 V DC (spændingstolerance: +0,5 V DC til -4,5 V DC)
Maksimal udgangsstrøm	150 mA
Kortslutningsbeskyttelse	Ja

(< 30 m skærmet eller uskærmet kabel)

## Kabellængde

> 30 m (skærmet kabel)

## Jord I/O afsnit

(< 30 m skærmet eller uskærmet kabel)

## Kabellængde

> 30 m (skærmet kabel)

## Kabeltværsnit

Digital ind-/udgang forsyningsspænding	0,75 mm <sup>2</sup> /AWG 18, AEH uden plastikkrave i henhold til DIN 46228/1
--	---

## Nulstil karakteristika

	≤ 5 ms (MCB 15x)
	≤ 5 ms (frekvensomformer)
Manuel nulstillingstid	≤ 10 ms (fieldbus)
Manuel nulstilling pulstid	10 μs (MCB 15x og frekvensomformer)
Automatisk nulstillingstid	≤ 4 ms
Opstart nulstillingstid	≤ 5 s (42-90 Restart Safe Option)

## Responstid

Indgang til udgang responstid	≤ 2 ms
Nødstop indtil SS1/SLS indtræder	≤ 7 ms
Krydsfejl detekteringstid	≤ 3 ms (@aktiveret udgang)

### 11.2.10 VLT® C-option Adapter MCF 106

C-option Adapter MCF 106 gør det muligt at tilføje en ekstra B-option til frekvensomformeren. Én A- og én B-option kan monteres i standard A- og B-porte på styrekortet og op til 2 B-optioner kan monteres i C-option-Adapter.

Se *VLT® AutomationDrive FC 300, C Option Adapter MCF 106 Installationsinstruktion* for flere oplysninger.

### 11.3 Bevægelsesstyringsoptioner

#### Bestilling

Bevægelsesstyringsoptioner (MCO) leveres enten som optionskort til installation ved anlægget eller som indbyggede optioner. Til eftermontering skal der købes monterings sæt. Hver kapsling har et sit eget monterings sæt. MCO 3xx skal anvendes i port C0, men kan kombineres med en anden option i port C1.

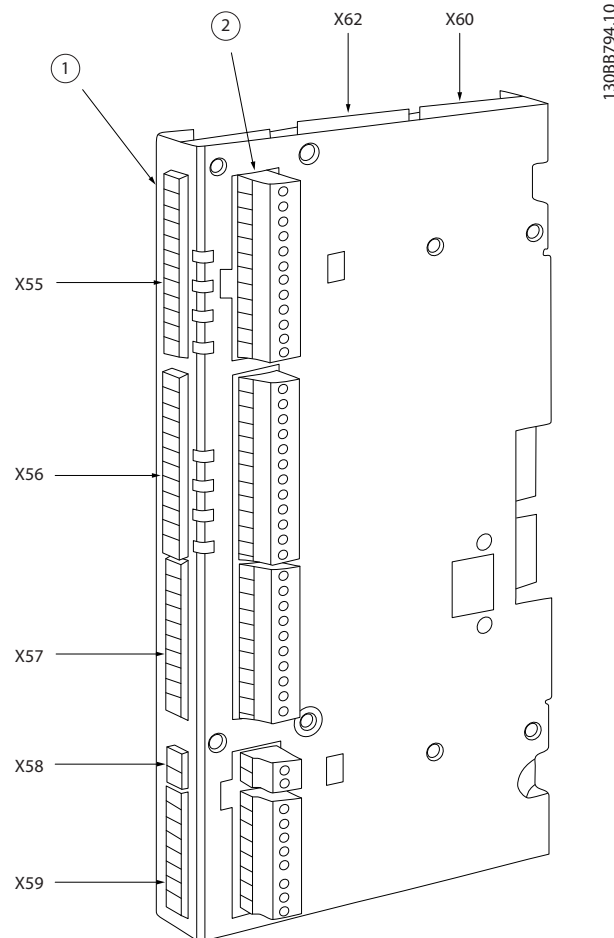
Monterings sæt afhænger af kapslingstypen	Bestillingsnr.
<b>Bookstyle</b>	
A2 og A3 (40 mm for én C-option)	130B7530
A2 og A3 (60 mm for C0- + C1-option)	130B7531
B3 (40 mm for én C-option)	130B1413
B3 (60 mm for C0- + C1-option)	130B1414
<b>Kompakt</b>	
A5	130B7532
B, C, D, E og F (undtagen B3)	130B7533

Tabel 11.4 Bestillingsnumre til monterings sæt

#### Tekniske specifikationer

For kapslinger A5, B1 og B2 sidder alle MCO 3xx-klemmerne ved siden af styrekortet. Fjern frontpanelet for at få adgang.

MCO-styreklemmer er stikpropper med skrueklemmer. Klemmer X55, X56, X57, X58 og X59 kopieres og genanvendes til både bookstyle og kompakte kapslinger.



130BB794.10

1	Klemmeblok til bookstyle
2	Klemmeblok til kompakt
X55	Encoder 2
X56	Encoder 1
X57	Digitale indgange
X58	24 V DC-forsyning
X59	Digitale udgange
X62	MCO CAN-Bus
X60	Debug-forbindelser (RS-485)

Illustration 11.22 Placering af klemmeblokke

**Klemmeoversigt**

Klemmenummer	Beskrivende navn Encoder 2 (Feedback)
1	+24 V-forsyning
2	+8 V-forsyning
3	+5 V forsyning
4	GND
5	A
6	A ikke
7	B
8	B ikke
9	Z/ur
10	Z ikke/ur ikke
11	DATA
12	DATA ikke

Tabel 11.5 Klemmeblok X55

Klemmenummer	Beskrivende navn Encoder 1 (Master)
1	+24 V-forsyning
2	N/A
3	+5 V-forsyning
4	GND
5	A
6	A ikke
7	B
8	B ikke
9	Z/ur
10	Z ikke/ur ikke
11	DATA
12	DATA ikke

Tabel 11.6 Klemmeblok X56

Klemmenummer	Beskrivende navn digitale indgange
1	Digital indgang
2	Digital indgang
3	Digital indgang
4	Digital indgang
5	Digital indgang
6	Digital indgang
7	Digital indgang
8	Digital indgang
9	Digital indgang
10	Digital indgang

Tabel 11.7 Klemmeblok X57

Klemmenummer	Beskrivende navn forsyning
1	+24 V-forsyning
2	GND

Tabel 11.8 Klemmeblok X58

Klemmenummer	Beskrivende navn digitale udgange
1	Digital udgang/indgang
2	Digital udgang/indgang
3	Digital udgang
4	Digital udgang
5	Digital udgang
6	Digital udgang
7	Digital udgang
8	Digital udgang

Tabel 11.9 Klemmeblok X59

Klemmenummer	MCO Debug (RS-485)
<sup>1</sup> CS	Vælg styring
62	RxD/TxD-P
63	RxD/TxD-N
66	0 V
67	+5 V

Tabel 11.10 Klemmeblok X60

Klemmenummer	MCO CAN-Bus
1	N/A
2	CAN - L
3	DRAIN
4	CAN - H
5	N/A

Tabel 11.11 Klemmeblok X62

### 11.3.1 VLT<sup>®</sup> Motion Control Option MCO 305

MCO 305 er en integreret og gratis programmerbar bevægelsesstyreenhed for FC 301 og FC 302. Se *kapitel 11.3.1 Bevægelsesstyringsoptioner* for flere oplysninger.

### 11.3.2 VLT<sup>®</sup> Synchronising Controller MCO 350

#### **BEMÆRK!**

Klemmeblok X59 har fast funktionalitet til MCO 350.

#### **BEMÆRK!**

Klemmeblok X62 understøttes ikke til MCO 350.

#### **BEMÆRK!**

Klemmeblok X60 anvendes ikke til MCO 350.

Se *kapitel 11.3.1 Bevægelsesstyringsoptioner* for flere oplysninger.

### 11.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

#### **BEMÆRK!**

Klemmeblok X59 har fast funktionalitet til MCO 351.

#### **BEMÆRK!**

Klemmeblok X62 understøttes ikke til MCO 351.

#### **BEMÆRK!**

Klemmeblok X60 anvendes ikke til MCO 351.

Se *kapitel 11.3.1 Bevægelsesstyringsoptioner* for flere oplysninger.

## 11.4 Tilbehør

### 11.4.1 Bremsemodstande

I applikationer, hvor motoren bruges som bremse, genereres der energi i motoren, som sendes tilbage til frekvensomformerens DC-ledning. Hvis energien ikke kan sendes tilbage til motoren, øger den spændingen i frekvensomformerens DC-ledning. I applikationer med jævnlig bremsning og/eller høje inertibelastninger kan denne øgning måske medføre et overspændingstrip i frekvensomformerens DC-ledning. Modstanden vælges under hensyntagen til den ohmske værdi, effekttabet og den fysiske størrelse. Danfoss tilbyder en lang række af forskellige modstande, der er særligt konstrueret til vores frekvensomformere. Se *kapitel 5.5.3 Styring med bremsefunktion* for dimensionering af bremsemodstande. Varenumre findes i *kapitel 7 Bestilling*.

### 11.4.2 Sinusfiltre

Når en motor styres af en frekvensomformer, kan der høres resonansstøj fra motoren. Denne støj, som opstår pga. motorens konstruktion, forekommer hver gang en vekselretterkobling i frekvensomformerens aktiveres. Frekvensen af resonansstøj svarer derfor til switchfrekvensen i frekvensomformerens.

For the FC 300, Danfoss supplies a Sine-wave filter to dampen the acoustic motor noise.

Filtret reducerer rampe op-tiden for spændingen, spidsbelastningsspændingen  $U_{SPIDS}$  og rippelstrømmen  $\Delta I$  til motoren, hvilket betyder, at strømmen og spændingen nærmest bliver sinusformet. Derfor reduceres den akustiske motorstøj til et minimum.

Rippelstrømmen i sinusfilterspolerne skaber også nogen støj. Løs problemet ved at integrere filtret i et kabinet eller lignende.

### 11.4.3 dU/dt-filtre

dU/dt-filtre er differential-mode lavpasfiltre, der reducerer motorklemmens fase-til-fase-spids-spænding og reducerer stigetiden til et niveau, der sænker belastningen på isoleringen af motorviklingerne. Dette er især aktuelt ved korte motorkabler.

Sammenlignet med sinusfiltre (se *kapitel 11.4.2 Sinusfiltre*) har dU/dt-filtre en afbrydelsesfrekvens over switchfrekvensen.

### 11.4.4 Common Mode-filtre

Højfrekvens common mode-kerner reducerer elektromagnetisk forstyrrelse og eliminerer lejeskader ved elektrisk afladningsstrøm. De er særlige nanokrystallinske magnetiske kerner, der har overlegen filtreringsdyevne sammenlignet med traditionelle ferritkerner. De fungerer som en common-mode-induktor (mellem faser og jord).

Når de installeres omkring de tre motorfaser (U, V, W), reducerer common mode-filtrene højfrekvens common-mode-strømme. På den måde reduceres højfrekvens elektromagnetiske forstyrrelser fra motorkablet.

### 11.4.5 Harmoniske filtre

Danfoss AHF 005 og AHF 010 er avancerede harmoniske filtre, der ikke kan sammenlignes med traditionelle harmoniske filtre. Danfoss' harmoniske filtre er udviklet specifikt til at passe til frekvensomformere fra Danfoss.

Ved at tilslutte Danfoss' harmoniske filtre AHF 005 eller AHF 010 på fronten af en Danfoss frekvensomformer reduceres den samlede harmoniske strømforvrængning, der sendes tilbage til netforsyningen, til hhv. 5 % og 10 %.

### 11.4.6 IP21/Type 1-kapslingsæt

IP20/IP4X top/TYPE 1 er en ekstra kapslingsdel, der leveres til IP20 compact-apparater.

Ved anvendelse af kapslingssettet opgraderes et IP20-apparat, så apparatet overholder kapsling IP21/4X top/TYPE 1.

IP4X top kan anvendes til alle standard IP20 FC 30X-varianter.

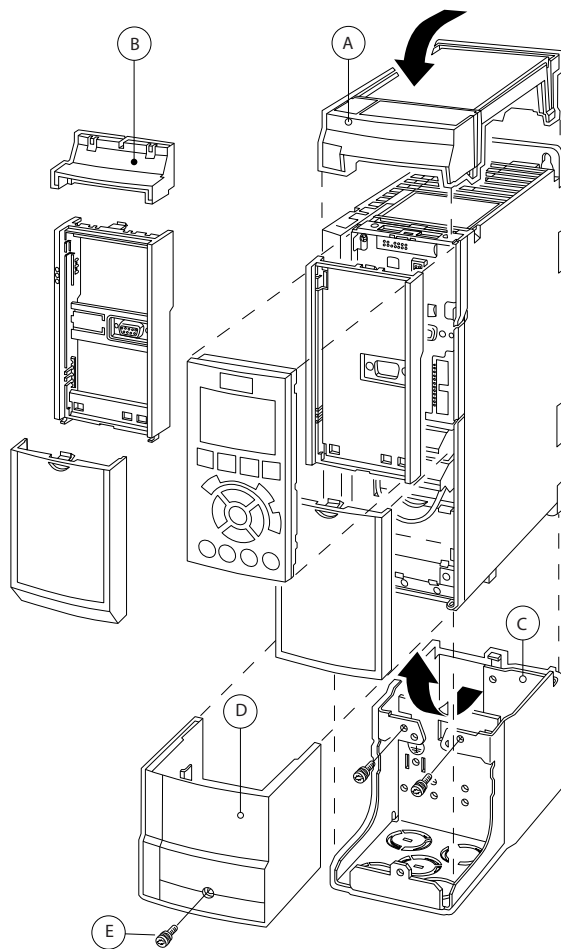


Illustration 11.23 Kapslingstype A2

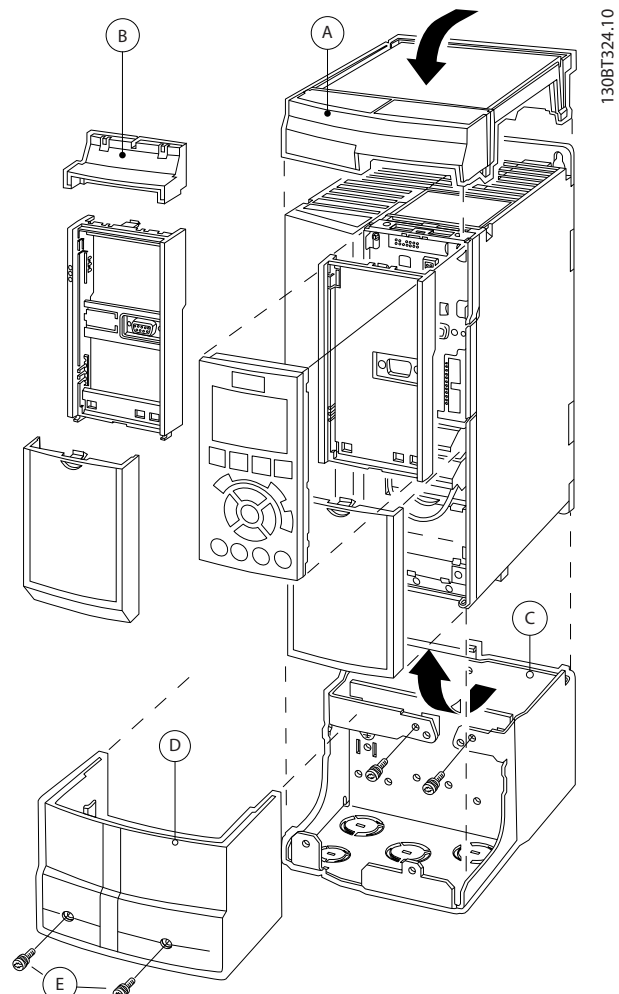


Illustration 11.24 Kapslingstype A3

A	Topplade
B	Kant
C	Underdel
D	Plade til underdel
E	Skrue(r)

Tabel 11.12 Billedtekst til Illustration 11.23 og Illustration 11.24

Anbring toppladen som vist. Hvis der anvendes en A- eller B-option, skal kanten monteres for at dække topindgangen. Anbring underdelen C nederst på frekvensomformerer, og brug bøjlerne fra tilbehørsposen til korrekt fastgøring af kablerne.

Huller til kabelbøsninger:

- Størrelse A2: 2xM25 og 3xM32
- Størrelse A3: 3xM25 og 3xM32

Kapslingstype	Højde A [mm]	Bredde B [mm]	Dybde C* [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabel 11.13 Mål

\* Hvis option A/B anvendes, øges dybden (se kapitel 8.2.1 Mekaniske mål for oplysninger)

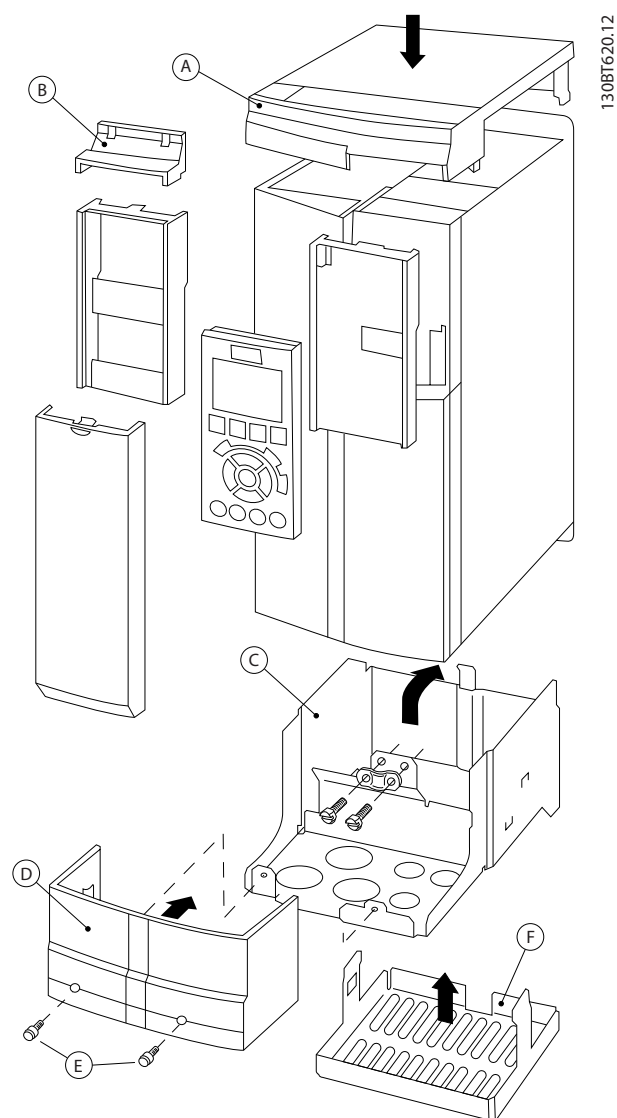


Illustration 11.25 Kapslingstype B3

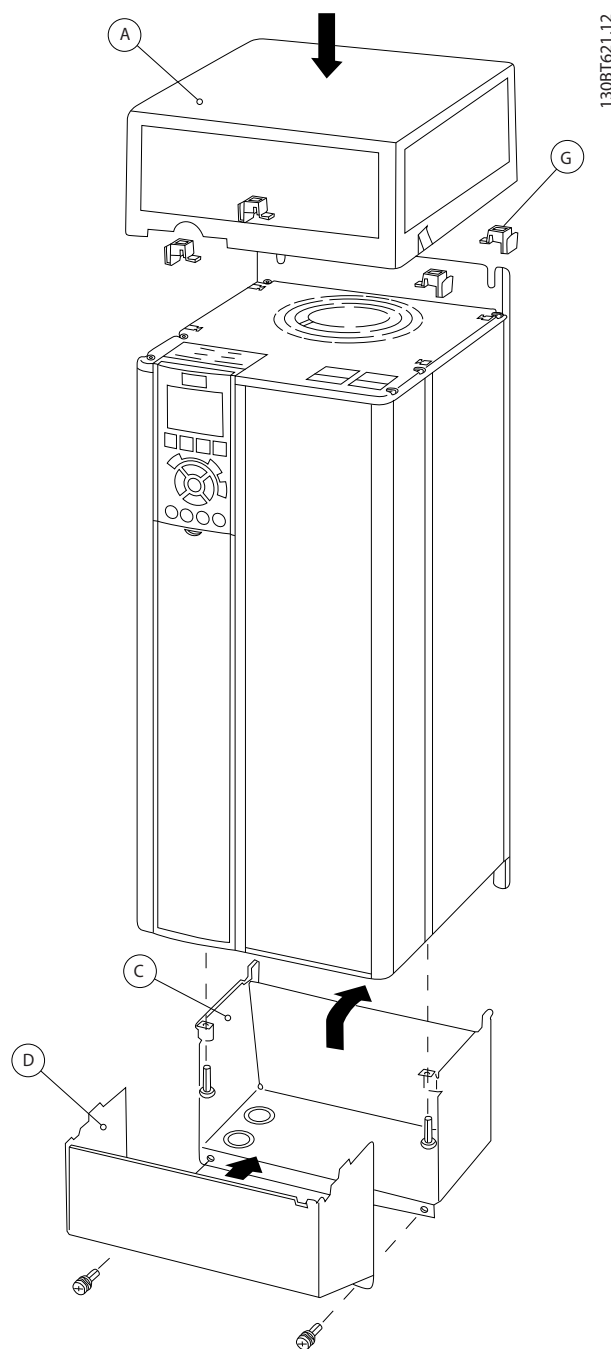


Illustration 11.26 Kapslingstyper B4 - C3 - C4

A	Topplade
B	Kant
C	Underdel
D	Plade til underdel
E	Skrue(r)
F	Ventilatorplade
G	Øverste clips

Tabel 11.14 Billedtekst til Illustration 11.25 og Illustration 11.25



Når optionsmodul A og/eller optionsmodul B anvendes, skal kanten (B) monteres på toppladen (A).

**BEMÆRK!**

Montering side-om-side er ikke mulig, når kapslingsæt IP21/IP4X/TYPE 1 anvendes

11.4.7 Frembygningssæt til LCP

LCP'et kan flyttes frem i kabinettet ved hjælp af frembygningssættet. Kapslingen er IP66. Fastgøringsskruerne skal spændes til et moment på maks. 1 Nm.

LCP-kapslingen er IP66

Kapsling	IP66-front
Maks. kabellængde mellem LCP og apparat	3 m
Kommunikationsstandard	RS-485

Tabel 11.15 Tekniske data

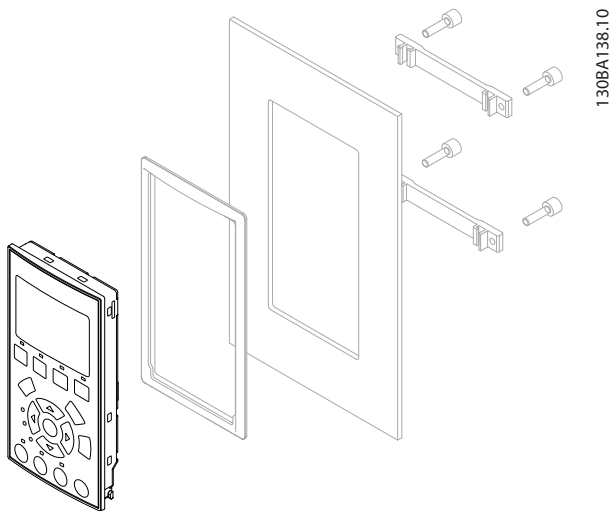


Illustration 11.27 LCP-sæt med grafisk LCP, beslag, 3 m kabel og pakning  
Bestillingsnr. 130B1113

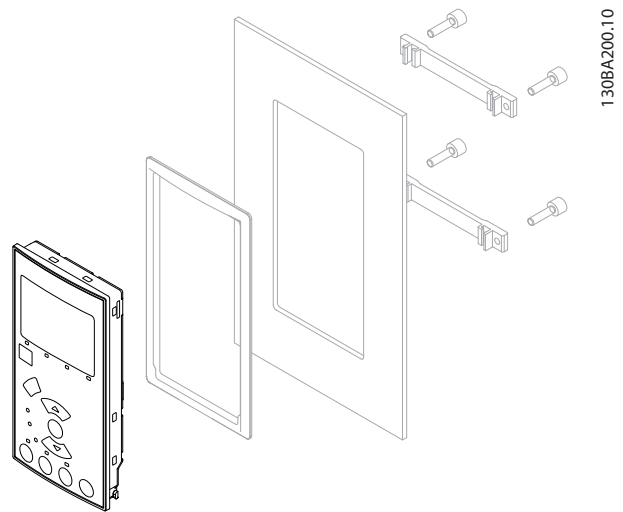


Illustration 11.28 LCP-sæt med numerisk LCP, beslag og pakning  
Bestillingsnr. 130B1114

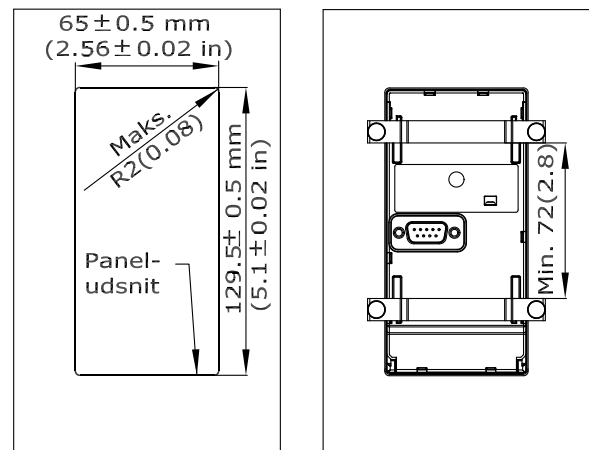


Illustration 11.29 Mål

130BA139.13

### 11.4.8 Monteringskonsol for kapslingstyper A5, B1, B2, C1 og C2

#### Trin 1

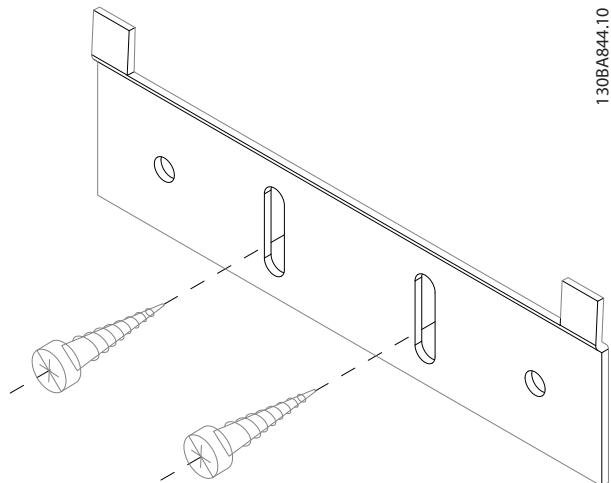


Illustration 11.30 Laveste monteringskonsol

Anbring den laveste monteringskonsol, og monter den med skruer. Spænd ikke skruerne helt, da dette vil gøre det vanskeligt at montere frekvensomformereren.

#### Trin 2

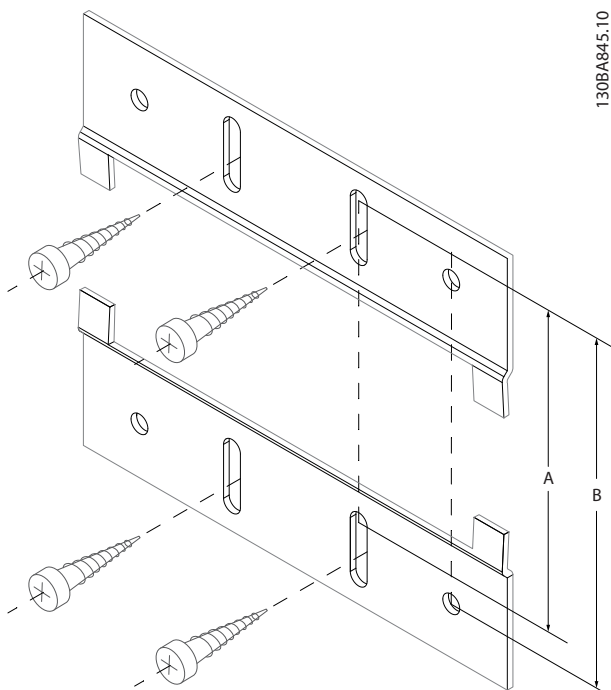


Illustration 11.31 Øverste monteringskonsol

Mål afstand A eller B, og anbring den øverste monteringskonsol, men spænd den ikke. Se målene i Tabel 11.16.

Kapsling	IP	A [mm]	B [mm]	Bestillingsnummer
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabel 11.16 Oplysninger

#### Trin 3

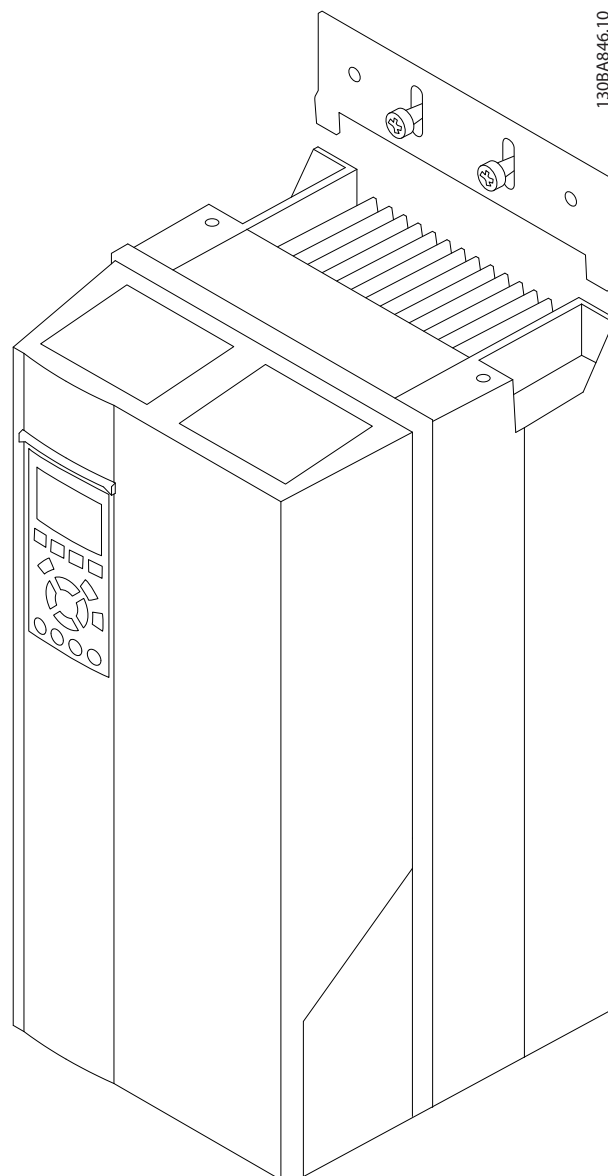


Illustration 11.32 Positionering

Anbring frekvensomformeren i den nederste monteringskonsol, og løft den øverste. Sænk den øverste monteringskonsol, når frekvensomformeren sidder på plads.

#### Trin 4

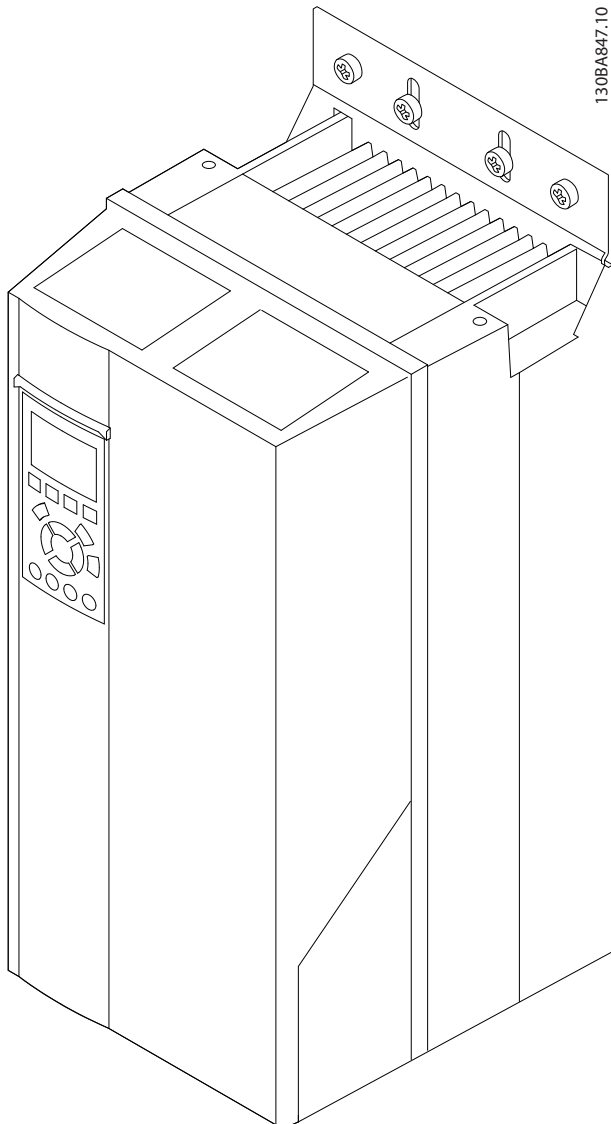


Illustration 11.33 Tilspænding af skruer

Spænd nu skruerne. Bor og skru skruer i alle huller for ekstra sikkerhed.

## 12 Installation og opsætning af RS-485

### 12.1 Installation og opsætning

#### 12.1.1 Oversigt

RS-485 er en busgrænseflade med to ledninger, som er kompatibel med multidrop-netværkstopologi. Noder kan med andre ord tilsluttes som en bus eller via dropkabler fra en fælles linje. Der kan tilsluttes i alt 32 noder pr. netværkssegment. Forstærkere opdeler netværkssegmenter, se *Illustration 12.1*.

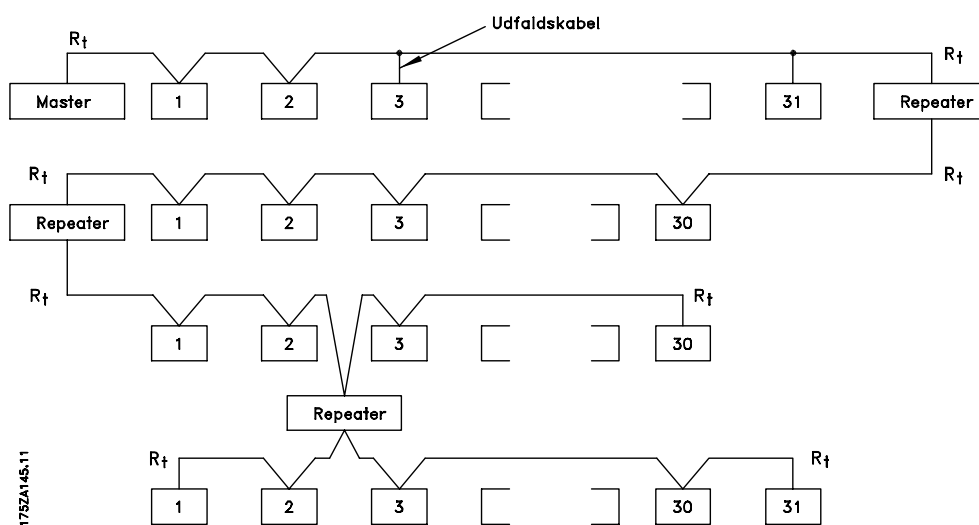


Illustration 12.1 RS-485-busgrænseflade

#### **BEMÆRK!**

Hver enkelt forstærker fungerer som en node i det segment, den er installeret i. Hver node, der er tilsluttet i et givet netværk, skal have en unik knudeadresse på tværs af alle segmenter.

Terminér hvert segment i begge ender ved hjælp af enten frekvensomformerens termineringskontakt (S801) eller et forspændt termineringsmodstandsnetværk. Brug altid skærmede, snoede kabler (STP) til buskabelføring, og følg almindelig god installationspraksis.

Det er vigtigt at have en jordtilslutning med lav impedans for skærmen ved hver node, også ved høje frekvenser. Slut en stor overflade på skærmen til jord, f.eks. med en kabelbøjle eller en ledende kabelbøsning. Det kan være nødvendigt at anvende potentialeudlignende kabler for at bevare det samme jordpotentiale i hele netværket - især i installationer med lange kabler.

For at forhindre impedansforskydning skal der altid bruges samme type kabel gennem hele netværket. Hvis der sluttes en motor til frekvensomformereren, skal der altid anvendes et skærmet motorkabel.

Kabel	Skærmet, snoet (STP)
Impedans [ $\Omega$ ]	120
Kabellængde [m]	Maks. 1.200 m (inkl. dropkabler) Maks. 500 m station-til-station

Tabel 12.1 Kabelspecifikationer

## 12.2 Netværkstilslutning

En eller flere frekvensomformere kan tilsluttes en styreenhed (eller master) vha. RS-485-standardgrænsefladen. Klemme 68 sluttes til P-signalet (TX+, RX+), mens klemme 69 sluttes til N-signalet (TX-,RX-). Se tegningerne *kapitel 3.5 Ledningsdiagram*.

Hvis der skal sluttes flere frekvensomformere til samme master, skal der benyttes parallelforbindelser.

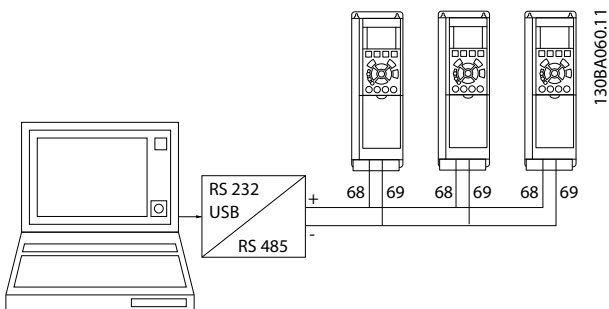


Illustration 12.2 Parallelforbindelser

For at undgå udligningsstrømme i skærmen jordes kabelskærmen via klemme 61, som er forbundet til kapslingen via en RC-forbindelse.

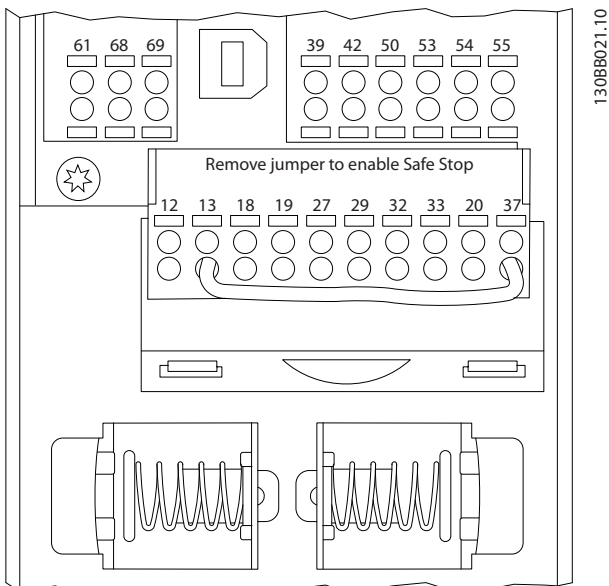


Illustration 12.3 Styrekortklemmer

## 12.3 Busterminering

RS-485-bussen skal termineres med et modstandsnetværk i begge ender. Til dette formål indstilles kontakt S801 på styrekortet til "ON".

Kommunikationsprotokollen skal indstilles til *8-30 Protokol*.

## 12.4 Installation og opsætning af RS-485

### 12.4.1 EMC-retningslinjer

Følgende EMC-retningslinjer anbefales for at opnå interferensfri drift af RS-485-netværket.

Følg altid relevant national og lokal lovgivning, f.eks. vedrørende jordtilslutning. RS-485-kommunikationskablet skal holdes på afstand af motorkabler og bremsemodstandskabler for at undgå kobling af højfrekvensstøj mellem kablerne. Normalt er en afstand på 200 mm tilstrækkelig, men det anbefales at holde den størst mulige afstand mellem kablerne, især hvis de løber parallelt over længere afstande. Hvis krydsning ikke kan undgås, skal RS-485-kablet krydse motor- og bremsemodstandskabler i en vinkel på 90°.

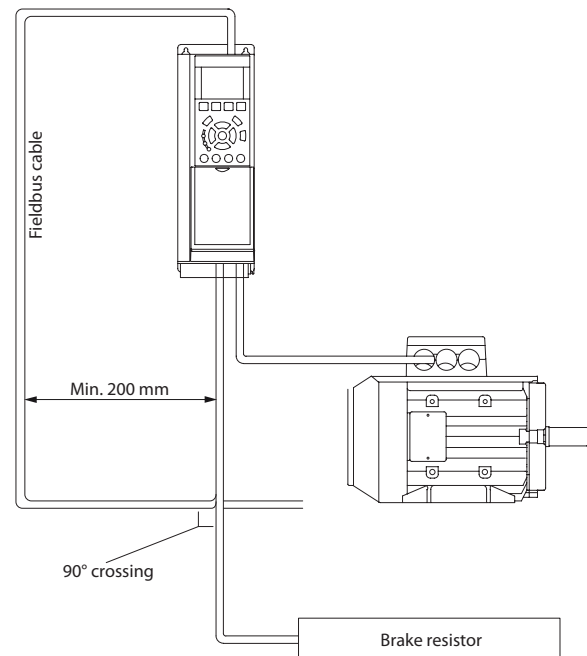


Illustration 12.4 Kabelføring

## 12.5 FC-protokoloversigt

FC-protokollen, også kendt som FC-bussen eller standardbussen, er Danfoss-standardfieldbusnetværket. Den definerer en adgangsteknik i overensstemmelse med master-follower-princippet for kommunikation via en seriel bus.

Der kan tilsluttes en master og maksimalt 126 followers til bussen. Masteren vælger de enkelte followers via et adressetegn i telegrammet. En follower kan ikke selv overføre, uden at den først bliver anmodet om at gøre det, og direkte meddelelsesoverførsel mellem de enkelte followers er ikke mulig. Kommunikation foregår i halv duplex-tilstand.

Master-funktionen kan ikke overføres til en anden node (enkelt master-system).

Det fysiske lag er RS-485 og anvender derved RS-485-porten, der er indbygget i frekvensomformerens FC-protokollen understøtter forskellige telegramformater:

- Et kort format på 8 byte til procesdata
- Et langt format på 16 byte, der også omfatter en parameterkanal
- Et format til tekst

## 12.6 Netværkskonfiguration

### 12.6.1 Opsætning af frekvensomformer

Indstil følgende parametre for at aktivere FC-protokollen for frekvensomformerens.

Parameternummer	Indstilling
8-30 Protokol	FC
8-31 Adresse	1-126
8-32 FC-portens baud-hast.	2400-115200
8-33 Paritet/stop-bits	Lige paritet, 1 stopbit (standard)

Tabel 12.2 FC-protokolparametre

## 12.7 FC-protokol rammestruktur for meddelelse

### 12.7.1 Indhold af et tegn (byte)

Hvert tegn, der overføres, begynder med en startbit. Derefter overføres der 8 databits, hvilket svarer til en byte. Hvert tegn sikres via en paritetsbit. Denne bit indstilles til "1", når den når paritet. Paritet er, når der er et lige antal 1'ere i 8-databittene og paritetsbitten i alt. Et tegn afsluttes af en stopbit og består derfor af 11 bits i alt.

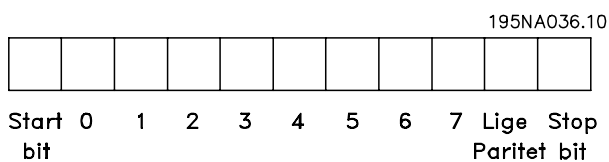


Illustration 12.5 Indhold af et tegn

### 12.7.2 Telegramstruktur

Hvert telegram har følgende struktur:

1. Starttegn (STX) = 02 Hex
2. En byte, der betegner telegramlængden (LGE)
3. En byte, der betegner frekvensomformeradressen (ADR)

Derefter følger et antal databytes (variable, afhængigt af telegramtypen).

Telegrammet afsluttes af en datakontrolbyte (BCC).

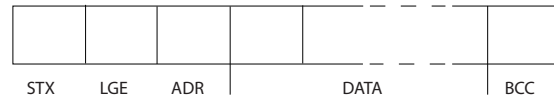


Illustration 12.6 Telegramstruktur

### 12.7.3 Telegramlængde (LGE)

Telegramlængden er antallet af databytes plus adressebyten ADR og datakontrolbyten BCC.

4 databytes	$LGE=4+1+1=6$ byte
12 databytes	$LGE=12+1+1=14$ byte
Telegramindeholdertekst	$10^{(1)}+n$ bytes

Tabel 12.3 Længde på telegram

<sup>1)</sup> De 10 repræsenterer de faste tegn, mens "n" er variabel (afhængigt af tekstlængden).

### 12.7.4 Frekvensomformeradresse (ADR)

Der anvendes to forskellige adresseformater. Frekvensomformerens adresseområde er enten 1-31 eller 1-126.

1. Adresseformat 1-31:

- Bit 7 = 0 (adresseformat 1-31 er aktivt)
- Bit 6 anvendes ikke
- Bit 5 = 1: Broadcast. Adressebittene (0-4) anvendes ikke
- Bit 5 = 0: Ingen broadcast
- Bit 0-4 = frekvensomformeradresse 1-31

2. Adresseformat 1-126:

- Bit 7 = 1 (adresseformat 1-126 er aktivt)
- Bit 0-6 = frekvensomformeradresse 1-126
- Bit 0-6 = 0 Broadcast

Followeren returnerer adressebyten uændret til masteren i svartelegrammet.

### 12.7.5 Datakontrolbyte (BCC)

Kontrolsummen beregnes som en XOR-funktion. Inden den første byte i telegrammet modtages, er den beregnede kontrolsum 0.

## 12.7.6 Datafeltet

Datablokkenes struktur afhænger af telegramtypen. Der findes tre telegramtyper, som finder anvendelse for både styretelegrammer (master→follower) og svarteleggrammer (follower→master).

De tre telegramtyper er:

### Procesblok (PCD)

PCD består af datablokke på 4 bytes (2 ord) og omfatter:

- Styreord og referenceværdi (fra master til follower)
- Statusord og aktuel udgangsfrekvens (fra follower til master)



130BA269.10

Illustration 12.7 Procesblok

### Parameterblok

Parameterblokken anvendes til at overføre parametre mellem master og follower. Datablokken består af 12 bytes (6 ord) og omfatter også procesblokken.

130BA2 / 1.10

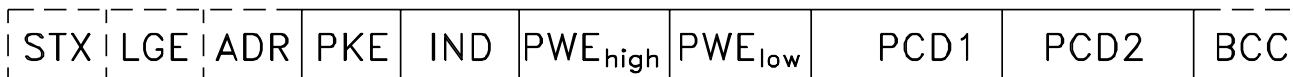
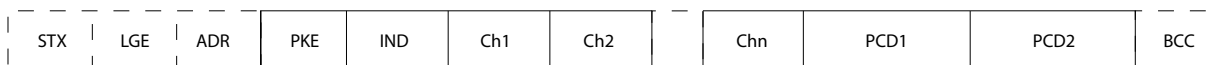


Illustration 12.8 Parameterblok

### Tekstblok

Tekstblokken bruges til at læse eller skrive tekst via datablokken.



130BA270.10

Illustration 12.9 Tekstblok

## 12.7.7 PKE-feltet

PKE-feltet indeholder to underfelter: Parameterkommando og svar (AK) og Parameternummer (PNU):

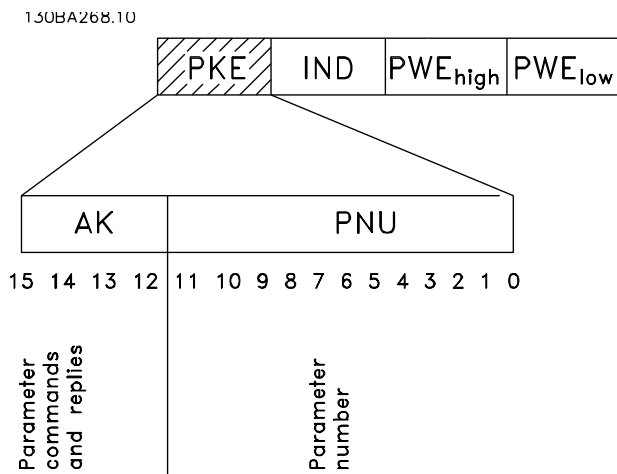


Illustration 12.10 PKE-feltet

Bit 12-15 overfører parameterkommandoer fra master til follower og returnerer behandlede follower-svar til masteren.

Bitnr.				Parameterkommando
15	14	13	12	
0	0	0	0	Ingen kommando
0	0	0	1	Læs parameterværdi
0	0	1	0	Skriv parameterværdi i RAM (ord)
0	0	1	1	Skriv parameterværdi i RAM (dobbelord)
1	1	0	1	Skriv parameterværdi i RAM og EEPROM (dobbelord)
1	1	1	0	Skriv parameterværdi i RAM og EEPROM (ord)
1	1	1	1	Læs/skriv tekst

Tabel 12.4 Parameterkommandoer, master ⇒ follower

Bitnr.				Svar
15	14	13	12	
0	0	0	0	Intet svar
0	0	0	1	Parameterværdi overført (ord)
0	0	1	0	Parameterværdi overført (dobbelord)
0	1	1	1	Kommandoen kan ikke udføres
1	1	1	1	tekst overført

Tabel 12.5 Svar, follower ⇒ master

Hvis kommandoen ikke kan udføres, sender followeren følgende svar:

0111 Kommandoen kan ikke udføres

Desuden udstedes følgende fejlrapport i parameterværdien (PWE):

PWE lav (hex)	Fejlrapport
0	Det anvendte parameternummer findes ikke
1	Der er ikke skriveadgang til den definerede parameter
2	Dataværdien overskrider grænseværdierne for parameteren
3	Underindekset findes ikke
4	Parameteren er ikke af array-typen
5	Datatypen svarer ikke til den definerede parameter
11	Det er ikke muligt at ændre data i den definerede parameter i frekvensomformerens aktuelle tilstand. Visse parametre kan kun ændres, når motoren er stoppet
82	Der er ikke busadgang til den definerede parameter
83	Dataændringer er ikke mulige, da fabriksopsætningen er valgt

Tabel 12.6 Parameterværdi, fejlrapport

## 12.7.8 Parameternummer (PNU)

Bitnr. 0-11 overfører parameternumre. Funktionen af de relevante parametre er defineret i parameterbeskrivelsen i *Programming Guide*.

## 12.7.9 Indeks (IND)

Indekset anvendes sammen med parameternummeret til at opnå læse-/skriveadgang til parametre, der har et indeks, f.eks. 15-30 Alarm-log: Fejlkode. Indekset består af 2 byte, en lav byte og en høj byte.

Kun den lave byte anvendes som indeks.

## 12.7.10 Parameterværdi (PWE)

Parameterværdiblokken består af 2 ord (4 byte), og værdien afhænger af den definerede kommando (AK). Masteren anmoder om en parameterværdi, hvis PWE-blokken ikke indeholder en værdi. Hvis en parameterværdi (skrivekommando) skal ændres, skrives den nye værdi i PWE-blokken og sendes fra masteren til follower. Når en follower svarer på en parameteranmodning (læsekommando), overføres den aktuelle parameterværdi i PWE-blokken og returneres til masteren. Hvis en parameter ikke indeholder en numerisk værdi, men flere dataoptioner, f.eks. 0-01 Sprog hvor [0] er engelsk og [4] er dansk, vælges dataværdien ved at indtaste værdien i PWE-blokken.



Se eksempel – valg af en dataværdi. Seriel kommunikation er kun i stand til at læse parametre, der indeholder datatype 9 (tekststreng).

15-40 FC-type til 15-53 Effektkortserienr. indeholder datatype 9.

Læs f.eks. kapslingsstørrelsen og netspændingsområdet i 15-40 FC-type. Når der overføres (læses) en tekststreng, er telegramlængden variabel, og teksterne har forskellig længde. Telegramlængden er defineret i telegrammets anden byte, LGE. Ved brug af tekstoverførsel angiver indekstegnet, om der er tale om en læse- eller skrivekommando.

For at kunne læse en tekst via PWE-blokken skal parameterkommandoen (AK) angives til 'F' Hex. Indekstegnets høje byte skal være "4".

Nogle parametre indeholder tekst, der kan skrives via den serielle bus. For at kunne skrive en tekst via PWE-blokken skal parameterkommandoen (AK) angives til 'F' Hex. Indekstegnets høje byte skal være "5".

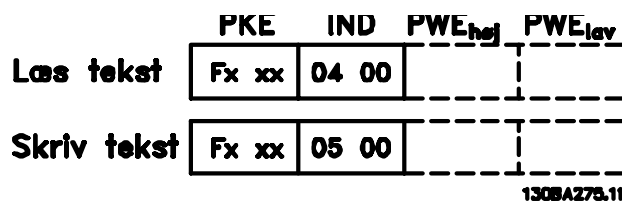


Illustration 12.11 Tekst via PWE-blok

### 12.7.11 Understøttede datatyper

Uden fortegn betyder, at der intet fortegn er med i telegrammet.

Dat typer	Beskrivelse
3	16-bit heltal
4	32-bit heltal
5	8-bit uden fortegn
6	16-bit uden fortegn
7	32-bit uden fortegn
9	Tekststreng
10	Bytestreng
13	Tidsforskel
33	Reserveret
35	Bitsekvens

Tabel 12.7 Understøttede datatyper

### 12.7.12 Konvertering

De forskellige attributter for hver parameter er vist i fabriksindstillingerne. Parameterværdier overføres kun som heltal. Derfor bruges konverteringsfaktorer til at overføre decimaler.

4-12 Motorhastighed, lav grænse [Hz] har en konverteringsfaktor på 0,1. Minimumfrekvensen kan indstilles til 10 Hz ved at overføre værdien 100. En konverteringsfaktor på 0,1 betyder, at den overførte værdi ganges med 0,1. Værdien 100 læses derfor som 10,0.

Eksempler:

- 0 sek  $\Rightarrow$  konverteringsindeks 0
- 0,00 sek  $\Rightarrow$  konverteringsindeks -2
- 0 ms  $\Rightarrow$  konverteringsindeks -3
- 0,00 ms  $\Rightarrow$  konverteringsindeks -5

Konverteringsindeks	Konverteringsfaktor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabel 12.8 Konverteringstabel

### 12.7.13 Procesord (PCD)

Blokken af procesord er delt i to blokke på hver 16 bit, der altid kommer i den angivne rækkefølge.

PCD 1	PCD 2
Styretelegram (master $\rightarrow$ follower, styreord)	Referenceværdi
Styretelegram (follower $\rightarrow$ master, statusord)	Aktuel udgangsfrekvens

Tabel 12.9 Procesord (PCD)

## 12.8 Eksempler

### 12.8.1 Skrivning af en parameter værdi

Skift 4-14 Motorhastighed, høj grænse [Hz] til 100 Hz.  
Skriv data i EEPROM.

PKE = E19E Hex - Skriv enkelt ord i 4-14 Motorhastighed, høj grænse [Hz]  
IND = 0000 Hex  
PWEHIGH = 0000 Hex  
PWELOW = 03E8 Hex – Dataværdi 1.000, svarende til 100 Hz, se kapitel 12.7.12 Konvertering.

Telegrammet ser således ud:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 12.12 Skriv data i EEPROM

130BA092.10

### **BEMÆRK!**

4-14 Motorhastighed, høj grænse [Hz] er et enkelt ord, og parameterkommandoen for skriv i EEPROM er "E".  
Parameternummer 4-14 er 19E i hexadecimal.

Svaret fra follower til master er:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 12.13 Svar fra follower

130BA093.10

### 12.8.2 Læsning af en parameter værdi

Læs værdien i 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid

PKE = 1155 Hex - Læs parameter værdien i 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid  
IND = 0000 Hex  
PWEHIGH = 0000 Hex  
PWELOW = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 12.14 Parameter værdi

130BA094.10

Hvis værdien i 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid er 10 sek, er svaret fra follower til master

130BA267.10

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Illustration 12.15 Svar fra follower

3E8 Hex svarer til 1.000 decimalt. Konverteringsindekset for 3-41 Rampe 1, rampe-op-tid er -2, dvs. 0,01.

3-41 Rampe 1, rampe-op-tid er af typen Uden fortegn 32.

## 12.9 Oversigt over Modbus RTU

### 12.9.1 Forudsætninger

Danfoss antager, at den installerede styreenhed understøtter grænsefladerne, som er beskrevet i dette dokument, og at alle de krav og begrænsninger, der er fastsat i styreenheden såvel som frekvensomformerer, overholdes nøje.

### 12.9.2 Dette bør brugeren vide på forhånd

Modbus RTU (Remote Terminal Unit) er beregnet til at kommunikere med en styreenhed, der understøtter de grænseflader, som er defineret i dette dokument. Det antages, at brugeren har et indgående kendskab til styreenhedens muligheder og begrænsninger.

### 12.9.3 Oversigt over Modbus RTU

Lige meget hvilken type fysisk kommunikationsnetværk, der anvendes, beskriver Modbus RTU-oversigten den proces, som en styreenhed anvender til anmodning om adgang til et andet apparat. Denne proces omfatter, hvordan Modbus RTU svarer på anmodninger fra andre apparater, og hvordan fejl registreres og rapporteres. Den opretter også et fælles format for meddelelsesfelters layout og indhold.

Under kommunikation via et Modbus RTU-netværk bestemmer protokollen følgende:

- Hvordan hver styreenhed lærer sin apparatadresse
- Genkender en meddelelse, der er adresseret til den
- Bestemmer, hvilke handlinger der skal udføres
- Udtrækker alle data eller andre oplysninger i meddelelsen.

Hvis der kræves et svar, udarbejder og sender styreenheden svarmeddelelsen. Styreenheder kommunikerer ved hjælp af en master-follower-teknik, hvor kun masteren kan igangsætte transaktioner (kaldet forespørgsler). Followers svarer ved at levere de anmodede data til masteren eller ved at foretage den handling, der anmodes om i forespørgslen. Masteren kan adressere individuelle followers eller igangsætte en broadcast-meddelelse til alle followers. Followers returnerer et svar på de forespørgsler, der adresseres til dem individuelt. Der returneres ingen svar på broadcast-forespørgsler fra masteren. Modbus RTU-protokollen opretter formatet for masterens forespørgsel ved at levere apparatets (eller broadcastets) adresse, en funktionskode, der definerer den anmodede handling, eventuelle data, der skal sendes, og et fejlkontrollfelt i den. Followerens svarmeddelelse udformes også ved hjælp af Modbus-protokollen. Den indeholder felter, der bekræfter den udførte handling, data, der skal returneres, og et fejlkontrollfelt. Hvis der opstår en fejl i forbindelse med modtagelse af meddelelsen, eller hvis followeren ikke kan udføre den anmodede handling, udformer followeren en fejlmeddelelse og sender den som svar, eller der opstår timeout.

#### 12.9.4 Frekvensomformer med Modbus RTU

Frekvensomformerer kommunikerer i Modbus RTU-format via den indbyggede RS-485-grænseflade. Modbus RTU giver adgang til frekvensomformerens styreord og busreference.

Styreordet gør det muligt for Modbus-masteren at styre flere vigtige funktioner i frekvensomformerer:

- Start
- Standsning af frekvensomformerer på forskellige måder:
  - Friløbsstop
  - Hurtigt stop
  - DC-bremsestop
  - Normalt (rampe) stop
- Nulstilling efter et fejltrip
- Kør ved en række forudindstillede hastigheder
- Baglæns kørsel
- Ændring af aktivt setup
- Styr frekvensomformerens indbyggede relæ

Busreferencen anvendes normalt til hastighedsstyring. Det er også muligt at få adgang til parametrene, læse deres værdier og eventuelt skrive værdier til dem. Dette giver adgang til en række styringsmuligheder, herunder styring af frekvensomformerens sætpunkt, når den interne PI-regulering anvendes.

#### 12.10 Netværkskonfiguration

Indstil følgende parametre for at aktivere Modbus RTU på frekvensomformerer:

Parameter	Indstilling
8-30 Protokol	Modbus RTU
8-31 Adresse	1-247
8-32 Baud-hast.	2400-115200
8-33 Paritet/stop-bits	Lige paritet, 1 stopbit (standard)

Tabel 12.10 Modbus RTU-parametre

#### 12.11 Rammestruktur for Modbus RTU-meddelelse

##### 12.11.1 Frekvensomformer med Modbus RTU

Styreenhederne er konfigureret til at kommunikere med Modbus-netværk ved brug af RTU-tilstand (Remote Terminal Unit), hvor hver enkelt byte i en meddelelse indeholder 2 4-bit hexadecimalte tegn. Formatet for hver byte vises i *Tabel 12.11*.

Start-bit	Databyte								Stop/paritet	Stop

Tabel 12.11 Format for hver byte

Kodesystem	8-bit binær, hexadecimal 0-9, A-F. 2 hexadecimalte tegn i hvert 8-bit-felt i meddelelsen
Bit pr. byte	1 startbit 8 databit. Den mindst vigtige bit sendes først 1 bit for paritet mellem lige/ulige; ingen bit for ingen paritet 1 stopbit, hvis der anvendes paritet; 2 bit, hvis ingen paritet
Fejlkontrollfelt	Cyklisk redundanskontrol (CRC)

### 12.11.2 Modbus RTU-meddelelsesstruktur

Det apparat, der overfører, placerer en Modbus RTU-meddelelse i en ramme med et kendt start- og slutpunkt. Dette gør det muligt for de modtagende enheder at begynde ved starten af meddelelsen, læse adressedelen, fastslå, hvilken enhed der adresseres (eller alle enheder, hvis meddelelsen broadcastes) og at registrere, når meddelelsen er fuldført. Delvise meddelelser registreres, og fejl angives som et resultat. Tegn, der skal overføres, skal angives i det hexadecimale format 00 til FF i hvert felt. Frekvensomformerer overvåger konstant netværksbussen, også i "tavse" intervaller. Når det første felt (adressefeltet) modtages, afkoder hver enkelt frekvensomformer eller apparat det for at fastslå, hvilket apparat der adresseres. Modbus RTU-meddelelser, der adresseres til nul, er broadcast-meddelelser. Svar er ikke tilladt for broadcast-meddelelser. Der er vist en typisk meddelelsesramme i *Tabel 12.12*.

Start	Adresse	Funktion	Data	CRC-kontrol	Slut
T1-T2-T3-T4	8 bit	8 bit	N x 8 bit	16 bit	T1-T2-T3-T4

Tabel 12.12 Typisk Modbus RTU-meddelelsesstruktur

### 12.11.3 Start/stop-felt

Meddelelser starter med en lydløs periode med intervaller på mindst 3,5 tegn. Dette implementeres som et multiplum af tegnintervaller ved den valgte netværksbaud-hastighed (vist som Start T1-T2-T3-T4). Det første felt, der skal overføres, er apparatadressen. Efter det sidste overførte tegn følger en lignende periode i intervaller af mindst 3,5 tegn, som markerer afslutningen af meddelelsen. En ny meddelelse kan begynde efter denne periode. Hele meddelelsesrammen skal overføres i en konstant strøm. Hvis der forekommer en tom periode i intervaller på mere end 1,5 tegn, inden rammen er fuldført, fjerner det modtagende apparat den ufuldendte meddelelse og antager, at den næste byte er adressefeltet i en ny meddelelse. Hvis en ny meddelelse begynder inden 3,5 tegnintervaller efter en forudgående meddelelse, opfatter det modtagende apparat det tilsvarende som en fortsættelse af den foregående meddelelse. Dette medfører timeout (intet svar fra followeren), eftersom værdien i det sidste CRC-felt ikke er gyldig for de kombinerede meddelelser.

### 12.11.4 Adressefelt

En meddelelsesrammes adressefelt indeholder 8 bit. Gyldige adresser på follower-enheder skal være i området 0-247 decimal. De individuelle follower-enheder er tildelt adresser i området 1-247. (0 er reserveret til broadcast-tilstand, som alle followere kan genkende). En master adresserer en follower ved at placere follower-adressen i meddelelsens adressefelt. Når followeren sender sit svar, placeres dens egen adresse i dette adressefelt, så masteren ved, hvilken follower der svarer.

### 12.11.5 Funktionsfelt

En meddelelses funktionsfelt indeholder 8 bit. Gyldige koder skal være i området 1-FF. Funktionsfelter bruges til at sende meddelelser mellem master og follower. Når der sendes en meddelelse fra en master til en follower-enhed, fortæller funktionskodefeltet den pågældende follower, hvilken handling denne skal foretage. Når followeren svarer masteren, bruger den funktionskodefeltet til at angive, at det enten er et normalt (fejlfrit) svar, eller at der er opstået en fejl (kaldet et undtagelsesvar). Ved et normalt svar bruger followeren ganske enkelt den oprindelige funktionskode. Ved et undtagelsesvar returnerer followeren en kode, der svarer til den oprindelige funktionskode med dens mest signifikante bit angivet til logisk 1. Desuden placerer followeren en unik kode i svarmeddelelsens datafelt. Den fortæller masteren, hvilken type fejl der er opstået eller årsagen til undtagelsen. Se også *kapitel 12.11.10 Funktionskoder, som understøttes af Modbus RTU* og *kapitel 12.11.11 Modbus-undtagelseskoder*.

### 12.11.6 Datafelt

Datafeltet består af sæt af to hexadecimale tal i området 00 til FF hexadecimalt. Disse består af et RTU-tegn. Datafeltet for meddelelser, der sendes fra en master- til en follower-enhed, indeholder yderligere oplysninger, som followeren skal bruge for at gennemføre den handling, som defineres af funktionskoden. Dette kan omfatte elementer som f.eks. en spole- eller registeradresse, mængden af elementer, der skal håndteres, og mængden af aktuelle databytes i feltet.

### 12.11.7 CRC-kontrolfelt

Meddelelser omfatter et fejlkontrolfelt, der fungerer baseret på en cyklisk redundanskontrolmetode (CRC). CRC-feltet kontrollerer indholdet i hele meddelelsen. Den anvendes uanset den paritetskontrolmetode, der anvendes for de enkelte tegn i meddelelsen. CRC-værdien beregnes af transmitterenheden, som vedhæfter CRC som det sidste felt i meddelelsen. Modtagerenheden genberegner en CRC under modtagelse af meddelelsen og sammenligner den beregnede værdi med den faktiske værdi, der modtages i CRC-feltet. Hvis de to værdier er ulige, forekommer der bus time-out. Fejlkontrolfeltet indeholder en 16-bit binær værdi, der er implementeret som to 8-bit bytes. Når dette er gennemført, vedhæftes den mindst betydende byte i feltet først og efterfølges af den mest betydende byte. Den mest betydende byte i CRC er den sidste byte, der sendes i meddelelsen.

### 12.11.8 Spoleregisteradressering

I Modbus er alle data organiseret i spoler og holderegistre. Spoler holder en enkelt bit, mens holderegistre holder et 2-byte ord (dvs. 16 bits). Alle dataadresser i Modbus-meddelelser refereres til nul. Den første forekomst af dataelementer adresseres som element nul. For eksempel: Spolen med navnet "spole 1" i en programmerbar styreenhed adresseres som spole 0000 i dataadressefeltet i en Modbus-meddelelse. Spole 127 (decimalt) adresseres som spole 007EHEX (126 decimalt).

Holderegister 40001 adresseres som register 0000 i meddelelsens dataadressefelt. I funktionskodefeltet er der allerede specificeret en "holderegister"-handling. Derfor er referencen "4XXXX" implicit. Holderegister 40108 adresseres som register 006BHEX (107 decimalt).

Spolenummer	Beskrivelse	Signalretning
1-16	Frekvensomformers styreord	Master til follower
17-32	Frekvensomformerens hastighed eller sætpunktsreference. Område 0x0 – 0xFFFF (-200 % ... ~200 %)	Master til follower
33-48	Frekvensomformerens statusord (se Tabel 12.15)	Follower til master
49-64	Åben sløjfe-tilstand: frekvensomformerens udgangsfrekvens. Lukket sløjfe-tilstand: frekvensomformerens feedbacksignal	Follower til master
65	Parameterskrivekontrol (master til follower)	Master til follower
	0 Parameterændringer skrives til = RAM'en i frekvensomformer	
	1 Parameterændringer skrives til = RAM'en og EEPROM'en i frekvensomformer.	
66-65536	Reserveret	

Tabel 12.13 Spolebeskrivelser

Spole	0	1
01	Preset-reference LSB	
02	Preset-reference MSB	
03	DC-bremse	Ingen DC-bremse
04	Friløbsstop	Ingen friløbsstop
05	Hurtigt stop	Intet hurtigt stop
06	Fastfrys frekv.	Ingen fastfrys frekv.
07	Rampestop	Start
08	Ingen nulstilling	Nulstil
09	Ingen jog	Jog
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Data ikke gyldige	Data gyldige
12	Relæ 1 fra	Relæ 1 til
13	Relæ 2 fra	Relæ 2 til
14	Opsæt LSB	
15	Opsæt MSB	
16	Ingen reversering	Reversering

Tabel 12.14 Frekvensomformer styreord (FC-profil)

Spole	0	1
33	Styring ikke klar	Styring klar
34	Frekvensomformer ikke klar	Frekvensomformer klar
35	Friløbsstop	Sikkerhedslukket
36	Ingen alarmer	Alarm
37	Ikke brugt	Ikke brugt
38	Ikke brugt	Ikke brugt
39	Ikke brugt	Ikke brugt
40	Ingen advarsel	Advarsel
41	Ikke ved reference	Ved reference
42	Hand mode	Auto mode
43	Uden for frekvensområde	Inden for frekvensområde
44	Standset	Kører
45	Ikke brugt	Ikke brugt
46	Ingen spændingsadvarsel	Spændingsadvarsel
47	Ikke inden for strømgrænse	Strømgrænse
48	Ingen termisk advarsel	Termisk advarsel

Tabel 12.15 Frekvensomformer statusord (FC-profil)

Register-nummer	Beskrivelse
00001-00006	Reserveret
00007	Sidste fejlkode fra en FC-dataobjektgrænseflade
00008	Reserveret
00009	Parameterindeks*
00010-00990	Parametergruppe 000 (parameter 001 til 099)
01000-01990	Parametergruppe 100 (parameter 100 til 199)
02000-02990	Parametergruppe 200 (parameter 200 til 299)
03000-03990	Parametergruppe 300 (parameter 300 til 399)
04000-04990	Parametergruppe 400 (parameter 400 til 499)
...	...
49000-49990	Parametergruppe 4900 (parameter 4900 til 4999)
50000	Indgangsdata: Frekvensomformerens styreordsregister (CTW).
50010	Indgangsdata: Busreferenceregister (REF).
...	...
50200	Udgangsdata: Frekvensomformerens statusordregister (STW).
50210	Udgangsdata: Frekvensomformerens register for primær faktisk værdi (MAV).

Tabel 12.16 Holderegistre

\* Anvendes til at angive det indeksnummer, der skal bruges ved åbning af en indekseret parameter.

## 12.11.9 Sådan styres frekvensomformeren

I dette afsnit beskrives de koder, som kan bruges i funktions- og datafelterne i en Modbus RTU-meddelelse.

## 12.11.10 Funktionskoder, som understøttes af Modbus RTU

Modbus RTU understøtter brugen af følgende funktionskoder i funktionsfeltet i en meddelelse.

Funktion	Funktionskode (hex)
Læs spoler	1
Læs holderegistre	3
Skriv enkelt spole	5
Skriv enkelt register	6
Skriv flere spoler	F
Skriv flere registre	10
Hent kommunikationshændelsestæller	B
Rapportér follower-ID	11

Tabel 12.17 Funktionskoder

Funktion	Funktionskode	Underfunktionskode	Underfunktion
Fejlfinding	8	1	Genstart kommunikation
		2	Returnér fejlfindingsregister
		10	Ryd tællere og fejlfindingsregister
		11	Returnér busmeddelelsestælling
		12	Returnér buskommunikationsfejltælling
		13	Returnér followerfejltælling
		14	Returnér followermeddelelsestælling

Tabel 12.18 Funktionskoder

## 12.11.11 Modbus-undtagelseskoder

En komplet forklaring af strukturen for et undtagelses svar findes i *kapitel 12.11.5 Funktionsfelt*.

Kode	Navn	Betydning
1	Ugyldig funktion	Den funktionskode, der modtages i forespørgslen, er ikke en tilladt handling for serveren (eller followeren). Dette kan være, fordi funktionskoden kun gælder for nyere apparater og ikke blev implementeret i det valgte apparat. Det kan også indikere, at serveren (eller followeren) ikke er i den rette tilstand til at behandle en forespørgsel af denne type, f.eks. fordi den ikke er konfigureret og bliver bedt om at returnere register-værdier.

Kode	Navn	Betydning
2	Ugyldig dataadresse	Den dataadresse, der modtages i forespørgslen, er ikke en tilladt adresse for serveren (eller followeren). Mere specifikt er kombinationen af referencenummeret og overførselslængden ugyldig. For en styreenhed med 100 registre vil en forespørgsel med offset 96 og længde 4 lykkes, og en forespørgsel med offset 96 og længde 5 genererer en undtagelse 02.
3	Ugyldig data værdi	En værdi, som er indeholdt i forespørgselsdatafeltet, er ikke en tilladt værdi for serveren (eller followeren). Dette angiver en fejl i strukturen af resten af en kompleks forespørgsel, som f.eks. at den implicite længde er korrekt. Det betyder helt specifikt IKKE, at et datapunkt, der blev indsendt til lagring i et register, har en værdi, der ligger uden for applikationsprogrammets undtagelse, siden Modbus-protokollen ikke kender betydningen af en bestemt værdi for et bestemt register.
4	Follower-enhedsfejl	Der opstod en uoprettelig fejl, mens serveren (eller followeren) forsøgte at udføre den ønskede handling.

Tabel 12.19 Modbus-undtagelseskoder

## 12.12 Adgang til parametre

### 12.12.1 Parameterhåndtering

Parameternummeret (PNU) oversættes fra den register-adresse, der findes i Modbus-læse- eller skrivemeddelelsen. Parameternummeret oversættes til Modbus som (10 x parameternummer) DECIMAL. Eksempel: Læsning 3-12 *Catch up/slow down* (16bit): Holderegister 3120 holder en parameterværdi. Værdien 1352 (decimal) betyder, at parameteren er indstillet til 12,52 %

Læsning 3-14 *Preset relativ reference* (32bit): Holderegistre 3410 og 3411 holder en parameterværdi. Værdien 11300 (decimal) betyder, at parameteren er indstillet til 1113.00.

For oplysninger om parametre, størrelser og konverteringsindeks henvises til produktets *Programming Guide*.

### 12.12.2 Datalagring

Spole 65-decimalen bestemmer, om data, der skrives til frekvensomformereren, gemmes i EEPROM og RAM (spole 65=1) eller kun i RAM (spole 65=0).

### 12.12.3 IND (indeks)

Nogle parametre i frekvensomformereren er array-parametre, f.eks. 3-10 *Preset-reference*. Eftersom Modbus ikke understøtter arrays i holderegistrene, har frekvensomformereren reserveret holderegister 9 som pointer til array. Før en array-parameter læses eller skrives, skal holderegister 9 indstilles. Indstilling af holderegister til værdien 2 gør, at alle følgende læse-/skrivehandlinger til array-parametre foregår til indeks 2.

### 12.12.4 Tekstblokke

Der etableres adgang til parametre, som er gemt som tekststreng, på samme måde som de andre parametre. Den maksimale tekstblokstørrelse er 20 tegn. Hvis en læseanmodning for en parameter omfatter flere tegn, end parameteren kan gemme, afkortes svaret. Hvis læseanmodningen for en parameter omfatter færre tegn, end parameteren kan gemme, indsættes der mellemrum i svaret.

### 12.12.5 Konverteringsfaktor

Under afsnittet om fabriksindstillinger ses de forskellige attributter for hver parameter. Da en parameterværdi kun kan overføres som heltal, skal der for at overføre decimaltal anvendes en konverteringsfaktor.

### 12.12.6 Parameterværdier

#### Standardddat typer

Standardddat typerne er int 16, int 32, uint 8, uint 16 og uint 32. De lagres som 4x-registre (40001-4FFFF). Parametrene læses ved hjælp af funktionen 03HEX "Læs holderegistre". Parametre skrives ved hjælp af funktionen 6HEX "Forudindstil enkelt register" for 1 register (16 bit) og funktionen 10HEX "Forudindstil flere registre" for 2 registre (32 bit). Størrelserne, der kan læses, ligger fra 1 register (16 bit) til 10 registre (20 tegn).

#### Ikke-standardddat typer

Ikke-standardddat typer er tekststreng og lagres som 4x-registre (40001-4FFFF). Parametrene læses ved hjælp af funktionen 03HEX "Læs holderegistre" og skrives ved hjælp af funktionen 10HEX "Forudindstil flere registre". Størrelser, der kan læses, ligger fra 1 register (2 tegn) op til 10 registre (20 tegn).

## 12.13 Danfoss FC-styreprofil

### 12.13.1 Styreord i henhold til FC-profil (8-10 Styreprofil = FC profil)

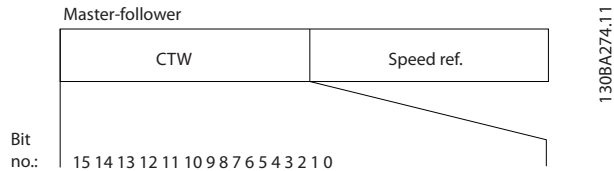


Illustration 12.16 Styreord

Bit	Bitværdi = 0	Bitværdi = 1
00	Referenceværdi	Ekstern udvælgelse, lsb
01	Referenceværdi	Ekstern udvælgelse, msb
02	DC-bremse	Rampe
03	Friløb	Ingen friløb
04	Hurtigt stop	Rampe
05	Hold udgangsfrekvensen	Brug rampe
06	Rampestop	Start
07	Ingen funktion	Nulstil
08	Ingen funktion	Jog
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Data ugyldige	Data gyldige
11	Ingen funktion	Relæ 01 aktivt
12	Ingen funktion	Relæ 02 aktivt
13	Parameteropsætning	Udvalg lsb
14	Parameteropsætning	Udvalg msb
15	Ingen funktion	Reversering

Tabel 12.20 Styreord-bit

#### Forklaring af styrebits

##### Bit 00/01

Bit 00 og 01 anvendes til at vælge mellem de fire referenceværdier, der er forprogrammeret i 3-10 Preset-reference i henhold til Tabel 12.21.

Programmeret referenceværdi	Parameter	Bit 01	Bit 00
1	3-10 Preset-reference [0]	0	0
2	3-10 Preset-reference [1]	0	1
3	3-10 Preset-reference [2]	1	0
4	3-10 Preset-reference [3]	1	1

Tabel 12.21 Referenceværdier

### **BEMÆRK!**

Foretag et valg i 8-56 Vælg preset-reference for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 00/01 og den tilsvarende funktion på de digitale indgange.

#### Bit 02, DC-bremse

Bit 02 = '0' medfører DC-bremse og stop. Bremsestrøm og varighed indstilles i 2-01 DC-bremsestrøm og 2-02 DC-bremsehødetid.

Bit 02 = '1' medfører rampning.

#### Bit 03, Friløb

Bit 03 = '0': Frekvensomformereren "slipper" motoren med det samme (udgangstransistorerne "afbrydes"), og motoren friløber til standsning.

Bit 03 = '1': Frekvensomformereren starter motoren, hvis de øvrige startbetingelser er opfyldt.

Træf et valg i 8-50 Vælg friløb for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 03 og den tilsvarende funktion på en digital indgang.

#### Bit 04, Hurtigt stop

Bit 04 = '0': Får motorhastigheden til at rampe ned til stop (angivet i 3-81 Kvikstop rampetid).

#### Bit 05, Hold udgangsfrekvens

Bit 05 = '0': Den aktuelle udgangsfrekvens (i Hz) fastfrys. Den fastfrosne udgangsfrekvens kan kun ændres via de digitale indgange (5-10 Klemme 18, digital indgang til 5-15 Klemme 33, digital indgang), som er programmeret til Hastighed op og Hastighed ned.

### **BEMÆRK!**

Hvis Fastfrys udgang er aktiv, kan frekvensomformereren ikke standses af følgende:

- Bit 03 Friløbsstop
- Bit 02 DC-bremsning
- En digital indgang (5-10 Klemme 18, digital indgang til 5-15 Klemme 33, digital indgang) programmeret til DC-bremsning, Friløbsstop eller Nulstilling og friløbsstop.

#### Bit 06, Rampestop/-start

Bit 06 = '0': Medfører stop og får motorhastigheden til at rampe ned til stop via den valgte rampe ned-parameter.

Bit 06 = '1': Tillader, at frekvensomformereren starter motoren, hvis de øvrige startbetingelser er opfyldt.

Foretag et valg i 8-53 Vælg start for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 06 Rampestop/-start og den tilsvarende funktion på en digital indgang.

#### Bit 07, Nulstil

Bit 07 = '0': Ingen nulstilling. Bit 07 = '1': Nulstiller trip.

Nulstilling aktiveres på signalets forflanke, dvs. ved skift fra logisk '0' til logisk '1'.



**Bit 08, Jog**

Bit 08 = '1': Udgangsfrekvensen bestemmes af 3-19 *Jog-hastighed [O/MIN]*.

**Bit 09, Valg af rampe 1/2**

Bit 09 = "0": Rampe 1 er aktiv (3-41 *Rampe 1, rampe-op-tid* til 3-42 *Rampe 1, rampe-ned-tid*). Bit 09 = "1": Rampe 2 (3-51 *Rampe 2, rampe-op-tid* til 3-52 *Rampe 2, rampe-ned-tid*) er aktiv.

**Bit 10, Dataene er ikke gyldige/Dataene er gyldige**

Fortæl frekvensomformeren, om styreordet skal anvendes eller ignoreres.

Bit 10 = '0': Styreordet ignoreres. Bit 10 = '1': Styreordet anvendes. Denne funktion er relevant, fordi telegrammet altid indeholder styreordet uanset telegramtypen.

Deaktiver styreordet, hvis det ikke skal bruges, når der opdateres eller læses parametre.

**Bit 11, Relæ 01**

Bit 11 = "0": Relæ er ikke aktiveret.

Bit 11 = "1": Relæ 01 er aktiveret, forudsat at der er valgt *Styreord bit 11* i 5-40 *Funktionsrelæ*.

**Bit 12, Relæ 04**

Bit 12 = "0": Relæ 04 er ikke aktiveret.

Bit 12 = "1": Relæ 04 er aktiveret, forudsat at der er valgt *Styreord bit 12* i 5-40 *Funktionsrelæ*.

**Bit 13/14, Valg af opsætning**

Anvend bit 13 og 14 til at vælge mellem de fire menuopsætninger iht. *Tabel 12.22*:

Opsætning	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabel 12.22 Fire menuopsætninger

Funktionen er kun mulig, når der er valgt *Multiopsætning* i 0-10 *Aktiv opsætning*.

Foretag et valg i 8-55 *Vælg opsætning* for at definere, hvordan der oprettes en gate mellem bit 13/14 og den tilsvarende funktion på de digitale indgange.

**Bit 15, Reversering**

Bit 15 = '0': Ingen reversering.

Bit 15 = '1': Reversering. Reversering er indstillet til digital i 8-54 *Vælg reversering* i fabriksindstillingen. Bit 15 medfører kun reversering, når der er valgt Ser. kommunikation, Logisk eller eller Logisk og.

### 12.13.2 Statusord i henhold til FC-profil (STW) (8-10 *Styreprofil* = FC-profil)

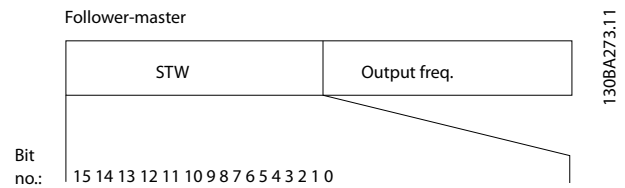


Illustration 12.17 Statusord

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styring ikke klar	Styring klar
01	Frekvensomformer ikke klar	Frekvensomformer klar
02	Friløb	Aktiver
03	Ingen fejl	Trip
04	Ingen fejl	Fejl (ingen trip)
05	Reserveret	-
06	Ingen fejl	Triplås
07	Ingen advarsel	Advarsel
08	Hastighed $\neq$ reference	Hastighed = reference
09	Lokal betjening	Busstyring
10	Uden for frekvensgrænse	Frekvensgrænse OK
11	Ingen funktion	I drift
12	Frekvensomformer OK	Standset, auto-start
13	Spænding OK	Spænding overskredet
14	Moment OK	Moment overskredet
15	Timer OK	Timer overskredet

Tabel 12.23 Statusord, bit

**Forklaring af statusbits**
**Bit 00, Styring ikke klar/klar**

Bit 00 = "0": Frekvensomformeren tripper.

Bit 00 = "1": Frekvensomformerens styreenheder er klar, men strømkomponenten modtager ikke nødvendigvis strøm (hvis der bruges ekstern 24 V-forsyning til styreenhederne).

**Bit 01, Frekvensomformer klar**

Bit 01 = "1": Frekvensomformeren er klar til drift, men friløbskommandoen er aktiv via de digitale indgange eller via seriel kommunikation.

**Bit 02, Friløbsstop**

Bit 02 = "0": Frekvensomformeren udløser motoren.

Bit 02 = "1": Frekvensomformeren starter motoren med en startkommando.

**Bit 03, Ingen fejl/trip**

Bit 03 = "0": Frekvensomformeren er ikke i fejltilstand. Bit

03 = '1': Frekvensomformeren tripper. Tryk på [Reset] for at genoptage driften.

**Bit 04, Ingen fejl/fejl (ingen trip)**

Bit 04 = '0': Frekvensomformereren er ikke i fejltilstand. Bit 04 = "1": Frekvensomformereren viser en fejl, men tripper ikke.

**Bit 05, Ikke brugt**

Bit 05 anvendes ikke i statusordet.

**Bit 06, Ingen fejl/triplås**

Bit 06 = '0': Frekvensomformereren er ikke i fejltilstand. Bit 06 = "1": Frekvensomformereren trippes og låses.

**Bit 07, Ingen advarsel/advarsel**

Bit 07 = '0': Der er ingen advarsler. Bit 07 = '1': Der er opstået en advarsel.

**Bit 08, Hastighed ≠ reference/hastighed = reference**

Bit 08 = "0": Motoren kører, men den nuværende hastighed er anderledes end den forhåndsindstillede hastighedsreference. Det kan f.eks. være tilfældet, når hastigheden ramper op/ned under start/stop.

Bit 08 = '1': Motorhastigheden svarer til den forhåndsindstillede hastighedsreference.

**Bit 09, Lokal betjening/busstyring**

Bit 09 = "0": [STOP/RESET] er aktiveret på styreenheden, eller der er valgt *Lokal betjening* i 3-13 *Referencedet*.

Styring via seriel kommunikation er ikke muligt.

Bit 09 = "1" betyder, at det er muligt at styre frekvensomformereren via Fieldbus/seriel kommunikation.

**Bit 10, Uden for frekvensgrænse**

Bit 10 = '0': Udgangsfrekvensen har nået værdien i 4-11 *Motorhastighed, lav grænse [O/MIN]* eller 4-13 *Motorhastighed, høj grænse [O/MIN]*.

Bit 10 = "1": Udgangsfrekvensen ligger inden for de definerede grænser.

**Bit 11, Ingen drift/i drift**

Bit 11 = "0": Motoren kører ikke.

Bit 11 = "1": Frekvensomformereren har et startsignal, eller udgangsfrekvensen er større end 0 Hz.

**Bit 12, Frekvensomformer OK/standset, auto-start:**

Bit 12 = "0": Der er ingen midlertidig overtemperatur på vekselretteren.

Bit 12 = "1": Vekselretteren standser på grund af en overtemperatur, men apparatet tripper ikke, og driften genoptages, når overtemperaturen ikke længere er til stede.

**Bit 13, Spænding OK/grænse overskredet**

Bit 13 = "0": Der er ingen spændingsadvarsler.

Bit 13 = "1": DC-spændingen i frekvensomformerens mellemkreds er for lav eller for høj.

**Bit 14, Moment OK/grænse overskredet**

Bit 14 = "0": Motorstrømmen er lavere end momentgrænsen, der er valgt i 4-18 *Strømgrænse*.

Bit 14 = "1": Momentgrænsen i 4-18 *Strømgrænse* er overskredet.

**Bit 15, Timer OK/grænse overskredet**

Bit 15 = '0': Timerne for termisk motorbeskyttelse og termisk beskyttelse overskrides ikke 100 %.

Bit 15 = '1': Én af timerne overskrider 100 %.

Alle bits i STW er indstillet til "0", hvis forbindelsen mellem Interbus-optionen og frekvensomformereren går tabt, eller hvis der er opstået et internt kommunikationsproblem.

### 12.13.3 Bushastighedsreferenceværdi

Hastighedsreferenceværdien sendes til frekvensomformereren som en relativ værdi i %. Værdien sendes i form af et 16-bit ord. I heltal (0-32.767) svarer værdien 16.384 (4.000 hex) til 100 %. Negative tal formateres ved hjælp af 2-komplement. Den aktuelle udgangsfrekvens (MAV) skaleres på samme måde som busreferencen.

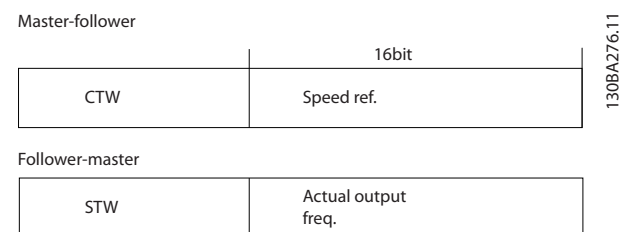


Illustration 12.18 Aktuel udgangsfrekvens (MAV)

Referencen og MAV skaleres som følger:

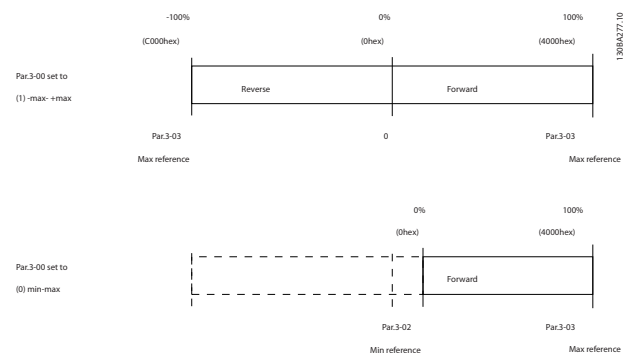


Illustration 12.19 Reference og MAV

### 12.13.4 Styreord i henhold til PROFIdrive-profil (CTW)

Styreordet bruges til at sende kommandoer fra en master (f.eks. en pc) til en follower.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	OFF 1	ON 1
01	OFF 2	ON 2
02	OFF 3	ON 3
03	Friløb	Ingen friløb
04	Hurtigt stop	Rampe
05	Hold udgangsfrekvens	Brug rampe
06	Rampestop	Start
07	Ingen funktion	Nulstil
08	Jog 1 OFF	Jog 1 ON
09	Jog 2 OFF	Jog 2 ON
10	Data ugyldige	Data gyldige
11	Ingen funktion	Slow-down
12	Ingen funktion	Catch up
13	Parameteropsætning	Udvalg lsb
14	Parameteropsætning	Udvalg msb
15	Ingen funktion	Reversering

Tabel 12.24 Styreord-bit

#### Forklaring af styrebit

##### Bit 00, OFF 1/ON 1

En normal rampe standser i henhold til rampetiderne i den aktuelt valgte rampe.

Bit 00 = "0" fører til standsning og aktivering af udgangsrelæ 1 eller 2, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis [Relæ 123] er valgt i *5-40 Funktionsrelæ*.

Når bit 0="1", er frekvensomformereren i tilstand 1: "Indkobling er forbudt".

##### Bit 01, OFF 2/ON 2

Friløbsstop

Når bit 01 = "0", forekommer der friløbsstop og en aktivering af udgangsrelæ 1 eller 2, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis [Relæ 123] er valgt i *5-40 Funktionsrelæ*.

##### Bit 02, OFF 3/ON 3

Hurtigt stop ved brug af rampetiden for *3-81 Kvikstop rampetid*. Når bit 02="0", forekommer der et hurtigt stop og en aktivering af udgangsrelæ 1 eller 2, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, og hvis [Relæ 123] er valgt i *5-40 Funktionsrelæ*.

Når bit 02="1", er frekvensomformereren i tilstand 1: "Indkobling er forbudt".

##### Bit 03, Friløb/Ingen friløb

Friløbsstop Bit 03="0" fører til standsning.

Når bit 03="1", kan frekvensomformereren starte, hvis de andre startbetingelser opfyldes.

#### **BEMÆRK!**

Valget i *8-50 Vælg friløb* bestemmer, hvordan bit 03 sammenkædes med den tilsvarende funktion for de digitale indgange.

##### Bit 04, Hurtigt stop/rampe

Hurtigt stop ved brug af rampetiden for *3-81 Kvikstop rampetid*.

Når bit 04="0", opstår der et hurtigt stop.

Når bit 04="1", kan frekvensomformereren starte, hvis de andre startbetingelser opfyldes.

#### **BEMÆRK!**

Valget i *8-51 Kvikstop, valg* bestemmer, hvordan bit 04 er sammenkædet med den tilsvarende funktion for de digitale indgange.

##### Bit 05, Hold udgangsfrekvens/Brug rampe

Når bit 05="0", fastholdes udgangsfrekvensen, selv hvis referenceværdien ændres.

Når bit 05="1", kan frekvensomformereren udføre sin reguleringsfunktion igen. Driften finder sted i henhold til den pågældende referenceværdi.

##### Bit 06, Rampestop/start

Normal rampestop ved brug af rampetiderne for den faktiske rampe vælges. Derudover aktiveres udgangsrelæ 01 eller 04, hvis udgangsfrekvensen er 0 Hz, hvis Relæ 123 er valgt i *5-40 Funktionsrelæ*. Bit 06="0" fører til en standsning. Når bit 06="1", kan frekvensomformereren starte, hvis de andre startbetingelser opfyldes.

#### **BEMÆRK!**

Valget i *8-53 Vælg start* bestemmer, hvordan bit 06 sammenkædes med den tilsvarende funktion for de digitale indgange.

##### Bit 07, Ingen funktion/nulstilling

Nulstil efter slukning.

Anerkender hændelse i fejlbuffer.

Når bit 07="0", opstår der ingen nulstillinger.

Når der sker en hændingsændring for bit 07 til "1", opstår der en nulstilling efter slukning.

##### Bit 08, Jog 1 OFF/ON

Aktivering af den forhåndsprogrammerede hastighed i *8-90 Bus-jog 1, hastighed*. JOG 1 er kun mulig, hvis bit 04="0" og bit 00-03="1".

##### Bit 09, Jog 2 OFF/ON

Aktivering af den forhåndsprogrammerede hastighed i *8-91 Bus-jog 2, hastighed*. JOG 2 er kun mulig, hvis bit 04="0" og bit 00-03="1".

**Bit 10, Data ugyldig/gyldig**

Bruges til at fortælle frekvensomformerens, om styreordet skal anvendes eller ignoreres.

Bit 10="0" forårsager, at styreordet ignoreres.

Bit 10="1" forårsager, at styreordet anvendes. Denne funktion er relevant, fordi styreordet altid er indeholdt i telegrammet, uanset hvilken type telegram der anvendes, dvs. at det er muligt at slukke for styreordet, hvis det ikke ønskes brugt til opdatering eller læsning af parametrene.

**Bit 11, Ingen funktion/slow-down**

Anvendes til at reducere hastighedsreferenceværdien med den mængde, der angives i 3-12 *Catch up/slow down*. Når bit 11="0", ændres referenceværdien ikke. Når bit 11="1", reduceres referenceværdien.

**Bit 12, Ingen funktion/catch up**

Bruges til at øge hastighedsreferenceværdien med den mængde, der angives i 3-12 *Catch up/slow down*.

Når bit 12="0", ændres referenceværdien ikke.

Når bit 12="1", øges referenceværdien.

Hvis både slow-down og accelerering er aktiveret (bit 11 og 12="1"), har slow-down første prioritet, dvs. at hastighedsreferenceværdien reduceres.

**Bits 13/14, Valg af opsætning**

Bit 13 og 14 bruges til at vælge mellem de fire parametropsætninger i henhold til *Tabel 12.25*:

Funktionen er kun mulig, når der er valgt [9] *Multio-opsætning* i 0-10 *Aktiv opsætning*. Valget i 8-55 *Vælg opsætning* bestemmer, hvordan bit 13 og 14 sammenkædes med den tilsvarende funktion for de digitale indgange. Det er kun muligt at ændre opsætningen under drift, hvis opsætningerne er blevet sammenkædet i 0-12 *Denne opsætning knyttet til*.

Opsætning	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabel 12.25 Valg af opsætning

**Bit 15, Ingen funktion/reverseret**

Bit 15="0" fører ikke til reversering.

Bit 15="1" fører til reversering.

Bemærk: I fabriksindstillingen er reversering indstillet til *digital* i 8-54 *Vælg reversering*.

**BEMÆRK!**

Bit 15 fører kun til reversering, når *Ser. kommunikation, Logik eller* eller *Logik* og er valgt.

**12.13.5 Statusord i henhold til PROFIdrive-profil (STW)**

Statusordet bruges til at underrette en master (f.eks. en pc) om status for en follower.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Styring ikke klar	Styring klar
01	Frekvensomformer ikke klar	Frekvensomformer klar
02	Friløb	Aktiveret
03	Ingen fejl	Trip
04	OFF 2	ON 2
05	OFF 3	ON 3
06	Start mulig	Start ikke mulig
07	Ingen advarsel	Advarsel
08	Hastighed ≠ reference	Hastighed=reference
09	Lokal betjening	Busstyring
10	Uden for frekvensgrænse	Frekvensgrænse OK
11	Ingen funktion	I drift
12	Frekvensomformer OK	Standset, auto-start
13	Spænding OK	Spænding overskredet
14	Moment OK	Moment overskredet
15	Timer OK	Timer overskredet

Tabel 12.26 Statusord, bit

**Forklaring af statusbits****Bit 00, Styring ikke klar/klar**

Når bit 00="0", er bit 00, 01 eller 02 for styreordet "0" (OFF 1, OFF 2 eller OFF 3) – eller frekvensomformerens er slået fra (trip).

Når bit 00="1", er frekvensomformerstyringen klar, men der er ikke nødvendigvis strømforsyning til det aktuelle apparat (i tilfælde af ekstern 24 V-forsyning til styresystemet).

**Bit 01, VLT ikke klar/klar**

Samme betydning som bit 00, men der er strømforsyning til apparatet. Frekvensomformerens er klar, når den modtager de nødvendige startsignaler.

**Bit 02, Friløb/aktiveret**

Når bit 02="0", er bit 00, 01 eller 02 for styreordet "0" (OFF 1, OFF 2 eller OFF 3 eller friløb) – eller frekvensomformerens er slået fra (trip).

Når bit 02="1", er bit 00, 01 eller 02 for styreordet "1": frekvensomformerens er ikke trippet.

**Bit 03, Ingen fejl/trip**

Når bit 03="0", eksisterer der ingen fejltilstand i frekvensomformerens.

Når bit 03="1", er frekvensomformerens trippet og kræver et nulstillingssignal, før den kan starte.

**Bit 04, ON 2/OFF 2**

Når bit 01 for styreordet er "0", er bit 04 = "0".

Når bit 01 for styreordet er "1", er bit 04="1".

**Bit 05, ON 3/OFF 3**

Når bit 02 for styreordet er "0", er bit 05="0".

Når bit 02 for styreordet er "1", er bit 05="1".

**Bit 06, Start mulig/start ikke mulig**

Hvis PROFIdrive er valgt i 8-10 *Styreordsprofil*, er bit 06 "1" efter en kvittering for slukning, efter aktivering af OFF2 eller OFF3 og efter tilslutning af netspændingen. Start ikke mulig nulstilles, bit 00 for styreordet indstilles til "0", og bit 01, 02 og 10 indstilles til "1".

**Bit 07, Ingen advarsel/advarsel**

Bit 07="0" betyder, at der ikke er nogen advarsler.

Bit 07="1" betyder, at der er opstået en advarsel.

**Bit 08, Hastighed≠reference/Hastighed=reference**

Når bit 08="0", afviger motorens aktuelle hastighed fra den indstillede hastighedsreferenceværdi. Dette kan f.eks. ske, når hastigheden ændres under start/stop ved hjælp af rampe op/ned.

Når bit 08="1", svarer motorens aktuelle hastighed til den indstillede hastighedsreferenceværdi.

**Bit 09, Lokal betjening/busstyring**

Bit 09="0" angiver, at frekvensomformerer er blevet standset med [Stop] på LCP'et, eller at der er valgt [Kædet til hand] eller [Lokal] i 3-13 *Referencested*.

Når bit 09="1", kan frekvensomformerer styres via den serielle grænseflade.

**Bit 10, Uden for frekvensgrænse/frekvensgrænse OK**

Når bit 10="0", er udgangsfrekvensen uden for de grænser, der er angivet i 4-52 *Advarsel, hastighed lav* og 4-53 *Advarsel, hastighed høj*.

Når bit 10="1", er udgangsfrekvensen inden for de angivne grænser.

**Bit 11, Ingen funktion/i drift**

Når bit 11="0", kører motoren ikke.

Når bit 11="1", har frekvensomformerer et startsignal, eller udgangsfrekvensen er højere end 0 Hz.

**Bit 12, Frekvensomformer OK/standset, auto-start**

Når bit 12="0", er der ingen midlertidig overbelastning af vekselretteren.

Når bit 12="1", er vekselretteren standset pga. overbelastning. Frekvensomformerer er imidlertid ikke slået fra (trip), og den starter igen, når overbelastningen er forsvundet.

**Bit 13, Spænding OK/spænding overskredet**

Når bit 13="0", er frekvensomformererens spændingsgrænser ikke overskredet.

Når bit 13="1", er DC-spændingen i frekvensomformererens mellemkreds for lav eller for høj.

**Bit 14, Moment OK/moment overskredet**

Når bit 14="0", ligger motormomentet under den grænse, der er valgt i 4-16 *Momentgrænse for motordrift* og 4-17 *Momentgrænse for generatordrift*.

Når bit 14="1", er den grænse, der er valgt i 4-16 *Momentgrænse for motordrift* or 4-17 *Momentgrænse for generatordrift*, overskredet.

**Bit 15, Timer OK/timer overskredet**

Når bit 15="0", har timerne for den termiske motorbeskyttelse og den termiske frekvensomformerbeskyttelse ikke overskredet 100 %.

Når bit 15="1", har en af timerne overskredet 100 %.

## Indeks

## A

Afbryder.....	115, 119
Afkoblingsplade.....	128
Afladningstid.....	12
Akustisk støj.....	48, 83
AMA med klemme T27 tilsluttet.....	139
AMA uden klemme T27 tilsluttet.....	139
Analog hastighedsreference.....	140
Analog udgang.....	73, 147
Analoge indgange.....	72, 147
Applikationer med konstant moment (CT-tilstand).....	47
Applikationer med variabelt (kvadratisk) moment (VT).....	47
Applikationseksempler.....	139

## B

Belastningsfordeling.....	15
Beskyttelse.....	56
Beskyttelse af forgreningskredsløb.....	119
Bestilling fra typekode.....	84
Bestillingsnumre.....	84, 89, 102
Bestillingsnumre, harmoniske filtre.....	98
Bestillingsnumre, sinusfiltre.....	100
Bortskaffelsesinstruktion.....	11
Bremseeffekt.....	9, 59
Bremsefunktion.....	59
Bremse-IGBT.....	14
Bremsemodstand.....	14, 57, 164
Bremsetid.....	58

## C

Catch up/slow down.....	31
CE-mærket.....	10

## D

DC-bremse.....	182
DC-busforbindelse.....	133
DC-link.....	19, 56
Derating automatisk.....	38
Derating, kører ved lav hastighed.....	47
Derating, lavt lufttryk.....	47
Derating, manuel.....	47
DeviceNet.....	88
Digital udgang.....	73, 147
Digitale indgange.....	71, 147

Direktiv EMC.....	10
Direktiv lavspænding.....	10
Direktiv maskiner.....	10
Dødbånd.....	33

## E

Ekstern alarmnulstilling.....	141
Ekstreme driftsforhold.....	37
Elektriske forstyrrelse.....	109
Elektromekanisk bremse.....	144
EMC-emissioner.....	50
EMC-forstyrrelse.....	18
EMC-retningslinjer.....	171
EMC-testresultater.....	51
Emissionskrav.....	52
Ensretter.....	14

## F

Fælles tilslutningspunkt.....	55
Fastfrys reference.....	31
Filter.....	49
Filter RFI.....	48, 83
Filter sinusbølge.....	14
Filtre.....	49
Flux.....	21, 22
Føler.....	157, 159
Føler termisk.....	14
Følerstrøm.....	14
Forholdsregler generelle.....	11
Forkortelser.....	8
Friløb.....	9, 182, 183
Funktionskode.....	180

## G

Galvanisk adskillelse.....	157
----------------------------	-----

## H

Harmonics Calculation Software (HCS).....	134
Harmoniske filtre.....	98
Hastighed, PID.....	18, 20, 23
Hastighedsreference.....	139, 141
HCS.....	134
Højspænding.....	12
Højspændingstest.....	138
HTL-encoder.....	159

<b>I</b>	
Immunitetskrav.....	52
Indgangsstrøm.....	18, 109
Inertimoment.....	37
Installation og opsætning af RS-485.....	170
IP21/Type 1-kapslingssæt.....	165
<b>J</b>	
Jog.....	183
Jordledning.....	109
<b>K</b>	
Kabel, længde og tværsnit.....	71
Kabel, motor.....	135
Kabel, skærmet.....	128
Kabel, specifikationer.....	71
Kabelbåret emission.....	51
Kabelføring for bremsemodstand.....	59
Kabinetvarmer.....	46
Klemme X30/11, 12.....	147
Klemme X30/1-4.....	147
Klemme X30/6, 7.....	147
Klemme X30/8.....	147
Kobling på udgangen.....	38
Køleforhold.....	107
Køling.....	47, 49
Kondens.....	46
Konventioner.....	8
Kortslutning (motorfase-fase).....	37
Kortslutningsforhold.....	55
Kvalificeret personale.....	12
<b>L</b>	
Lækstrøm.....	13, 109, 130
LCP.....	28, 167
Ledningsdiagram.....	16
Luftfugtighed.....	46
Luftstrøm.....	49
<b>M</b>	
Maksimumtemperatur.....	46
MCT 10.....	134
MCT 31.....	134
Mekanisk bremse.....	42
Mekanisk bremsestyring.....	143
Mekanisk montering.....	107
Mekaniske mål.....	105
Mellemkreds.....	14, 37, 80
Miljø.....	71
Modbus RTU.....	177
Modbus-undtagelseskoder.....	180
Moment, frontpanel tilspænding.....	105, 106
Momentkarakteristikker.....	70
Momentstyring.....	18
Montering side-om-side.....	107
Motoreffekt.....	109
Motorfaser.....	37
Motorfeedback.....	22
Motorgenereret overspænding.....	37
Motorkabel.....	109, 128, 135
Motorkabler.....	18
Motorspænding.....	80
Motortermistor.....	142
Motortilslutning.....	128
Motorudgang.....	70
<b>N</b>	
Netafbryder.....	133
Netforsyning.....	10, 54, 65, 66, 67, 70
Netudfald.....	40
Netværksforbindelse.....	171
<b>O</b>	
Omgivelsesforhold.....	71
Omgivelsestemperatur.....	46
Optioner og tilbehør.....	89
Ordforklaringer.....	9
Oversigt over Modbus RTU.....	176
<b>P</b>	
PELV.....	139
PID.....	18, 20, 23, 157
PID-processtyring.....	26
Potentialeudligning.....	109
Potentiometer.....	141
Preset-hastigheder.....	141
Profibus.....	88
Programmering af momentgrænse og stop.....	144
Protokoloversigt.....	172
Puls-/encoder-indgange.....	73
Pulsbreddemodulering.....	14

Pulsstart/inverteret stop.....	140	TTL-encoder.....	159
Pulsstart/-stop.....	140		
<b>R</b>		<b>U</b>	
Reference.....	139	U/f.....	19, 83
Referencegrænser.....	31	Udgang, 24 V DC.....	73
Relætilslutning.....	132	Udgangsydeevne (U, V, W).....	70
Relæudgange.....	74	Udstansninger.....	110
Reversering.....	141	Udstrålet emission.....	51
RS-485.....	142, 170	USB seriel kommunikation.....	74
RS-485 seriel kommunikation.....	74	Utsigtet start.....	12
Rystelse.....	48		
<b>S</b>		<b>V</b>	
Safe Torque Off.....	140, 158	Valgfrit udstyr.....	8
Seriel kommunikation.....	74	Vedligeholdelse.....	49
Signal.....	158, 159	Vekselretter.....	14
Sikker standsning 1.....	158	Vibrationer.....	48
Sikkerhedskrav.....	104	Vindmølleeffekt.....	13
Sikkerhedsstyringssystem.....	159	Virkningsgrad.....	83
Sikring.....	119	VVC+.....	9, 14, 20
Sinusfilter.....	100, 128, 164	<b>Y</b>	
Skærmede/armerede.....	128	Ydeevne.....	74
Skærmet kabel.....	18		
Skalering.....	32		
Softwareversioner.....	89		
Spændingsniveau.....	71		
Start/stop-kommando.....	140		
Statusord.....	183, 186		
Stigetid.....	80		
Støv.....	49		
Styrekarakteristik.....	74		
Styrekort.....	73, 74		
Styreledninger.....	18, 109		
Styreløjik.....	14		
Styreord.....	182, 185		
<b>T</b>			
Telegramlængde (LGE).....	172		
Temperatur.....	46		
Temperaturføler.....	157		
Termisk beskyttelse.....	11		
Termisk motorbeskyttelse.....	184		
Termistor.....	10, 139		
Tilbehørsposer.....	89		
Tilspændingsmoment for frontpanel.....	105, 106		







[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

.....  
Danfoss påtager sig intet ansvar for mulige fejl i kataloger, brochurer og andet trykt materiale. Danfoss forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i sine produkter, herunder i produkter, som allerede er i ordre, såfremt dette kan ske uden at ændre allerede aftalte specifikationer. Alle varemærker i dette materiale tilhører de respektive virksomheder. Danfoss og Danfoss-logoet er varemærker tilhørende Danfoss A/S. Alle rettigheder forbeholdes.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

